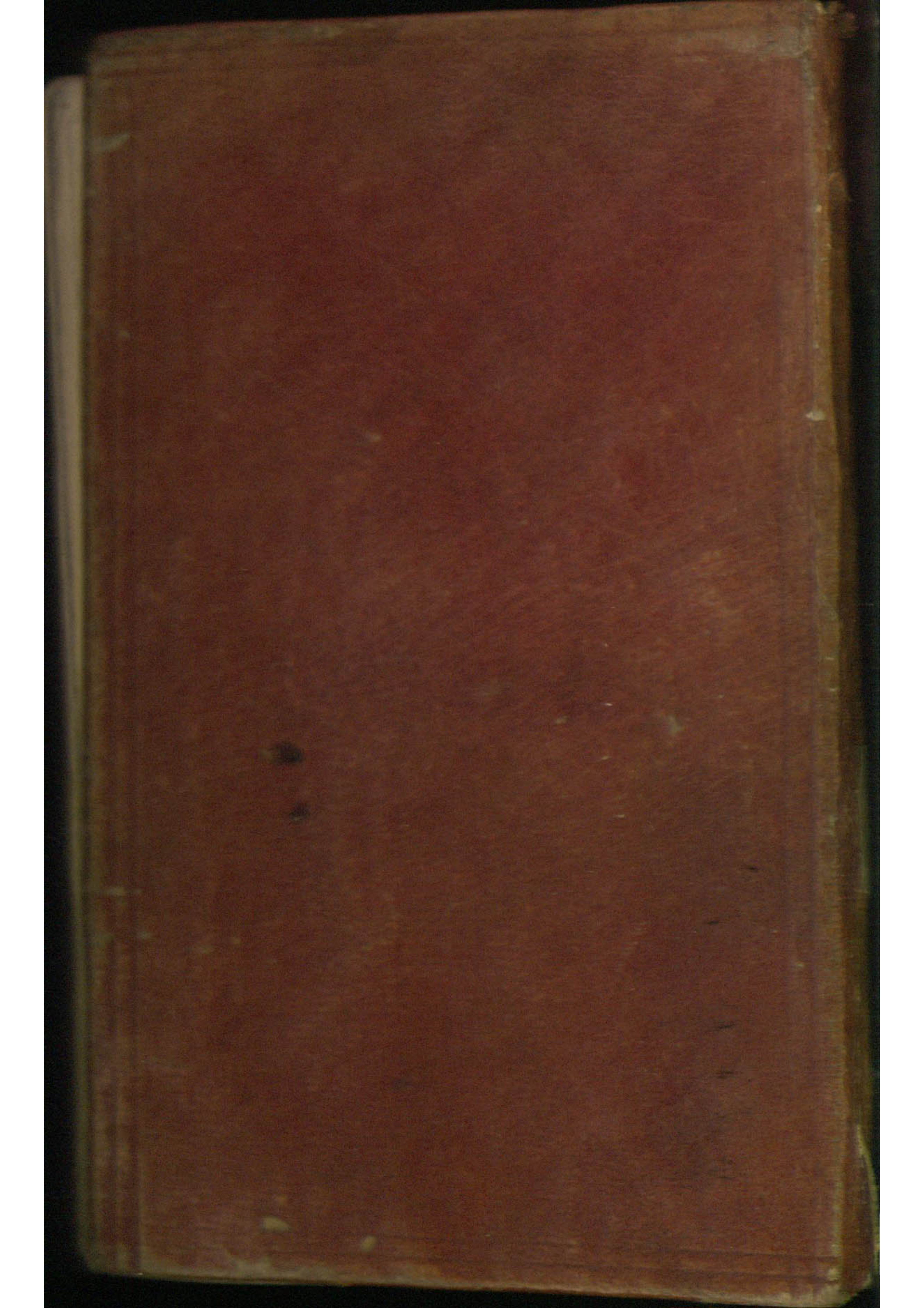




۲۸۰
بازرسی شد
بازدید شد
۱۳۸۲
کتابخانهٔ مجلس شورای ملی
نام کتاب فیزیک علیخان
مؤلف
موضوع تألیف
شمارهٔ قفسه
مؤسسهٔ
۱۳۰۲
شمارهٔ دفتر
۲۵۹۷۱
خطی . فهرست شده
۳۷۱۴


۲۸۰
بازرسی شد
۳۳ - ۱۲
بازدید شد
۱۳۸۲
کتابخانهٔ مجلس شورای ملی
نام کتاب فیزیک علیخان
مؤلف
موضوع تألیف
شمارهٔ قفسه
مؤسسهٔ ۱۳۰۲
شمارهٔ دفتر
۲۵۹۷۱
۷۳۳۹



بسم الله الرحمن الرحیم

دیباچه

ازاین قوه واحده که گاهی ازاو حرکت احداث میگردد
وگهی حرارت پدید شود گاهی الکتریسته بروز کند و
گهی نور ظهور یابد و ازاین قواعد عمده که در تمام عالم
یک نظم برقرار چه در آسمانها بین کواکب واجرام وچه
در جو و زمین ما بین اجزای لایتجزای اجسام و ازاین
انکار طرز تشکیل آلات صغیره و کبیره حیوانات و نباتات
که از کثرت عدد واختلاف نوع آنها انسان در تفکر و
عقل در تحیرست و ازاینهوش و ذکاوت که باشرف مخلوق
خود کرامت فرموده باقتضای هر زمانی جدید ازآنها علم
داده

وصنعتی پدید قدرت و عظمت خداوندی هویداست
پس حمد و ثنا چنین قادر را سزاوارست که صور
مختلفه عالم امکان عکس یک پرتوی از جمال و جلال
اوست و درود نامعدود بر نبی امی هاشمی عربی که
گنجینه علوم اولین و آخرین است و بر وصی برحق
و اولاد طیبین و طاهرین او صلواة الله علیه و علیهم
اجمعین

اجداد ما را حیرت بر حیرت میفزود اگر مشاهده میکردند
تغییرات و صنایع را که پس از رفتن آنها تا بحال بظهور
رسیده مشاهده مینمودند که انسان بدون اعانت انعام
در جهت اقدام اسفار بعیده در مدت قلیله مینماید و در روی
دریاها بدون بادبان با سرعت باد حرکت میکنند و اخبار
بدون برید و چاپار بسرعت از اراضی و کنار میگذرند و
در هر صنعتی قوت بازوی انسان بدل با بخار

بکاری شد که علی الاتصال درکی رسند و خانها و
شهرها روشن میشوند بدون رؤیت جسم نور حتی و بکمال
شباهت صورت اشخاص و اشیا با خرج قلیلی در چند
ثانیه نقش می بندد و تعجب زیاده باشد از اینکه جبال با آن
عظمت سوراخ و سنگها بریده و دریاها بیکدیگر متصل شده
طوایف مختلفه را بدون مانع با یکدیگر مراوده حاصل گردید
پس این عصر بر سایر اعصار ترجیح دارد و انسان باید اظهار
تشکر از حضرت یزدان و قادر سبحان و افتخار بر پیشینیان
نماید بخصوص از آنجهة که خداوند عالمیان بر این بندگان
پادشاه و حکمران فرمود سلطانیرا در عدالت ثانی نوشیروان
و در سخاوت حاتم طبعش در زمان مروج علوم عالیه و مکمل
صنایع پیشینیان اعنی السلطان العادل و الخاقان
الباذل السلطان ابن السلطان ابن السلطان
و الخاقان ابن الخاقان ابن الخاقان السلطان الصاحبقران

ابوالمظفر

ناصر الدین شاه

ابوالمظفر قاجار خلدالله ملکه و سلطانه
و افاض علی کافة المسلمین بره و احسانه شاهنشاهی
که محض باز آوردن علوم رفته بایران و انتشار آنها مابین
ایرانیان در اول سلطنت به برپا نمودن مدرسهٔ مبارکه
دار الفنون که یکی از بناهای بزرگ این دولت و اول
اسباب ترقی و تربیت هر ملت است اشاره و بنیاد
ترویج علوم برقرار فرمود عم اکرم کامکار خود وزیر علوم
و صنایع و معادن را که بحر فضایل و کمالات را سفینه و
درر علوم و فنون را دفینه است اعنی نواب مستطاب اشرف
امجد ارفع والا معتضد السلطنه علیقلی میرزا ادام الله
اجلاله و اقباله که از توجه ملوکانه و یمن تربیت حضرت
والایش اغلب از اهالی ایران بنهایت فضل و کمال
و جاه و جلال رسید از آنجمله این بنده درگاه ابن قاسم علی
مهندس کمترین از مدتی تحصیل و تدریس در مدرسه مبارکه

۵ دار الفنون بفرنگستان مأمور و مدت توقف آنجا را
صرف تکمیل علوم ریاضی و طبیعی و نظامی نموده پس از
رجعت بمعلمی توپخانهٔ مدرسهٔ مبارکه سرافراز گردیده
مناسب چنان دید که چندین رسالهٔ مختصر ترتیب دهد
تا آموختن علوم و صنایعیکه کنون متداول و در همه جا
از آنها گفتگو میشود آسان گردد و این رساله اولین
آنهاست مختصری است از علم فرنگ

تشکرنامه

اظهار حق شناسی میکنیم و تشکر مینماییم از عموم روسا و
معلمین مدرسهٔ مبارکهٔ دار الفنون بخصوص از آن کسانیکه
که حق تربیت بر گردن این بنده دارند

تشکر میکنم

از نواب مستطاب اشرف امجد ارفع والا اعتضاد السلطنه
وزیر علوم و صنایع و معادن

از جناب

۶ از جناب فخامت نصاب مخبر الدوله وزیر تلگراف
از مقرب الخاقان مؤتمن السلطان جعفرقلیخان سرتیپ
اول مهندس و رئیس مدرسهٔ مبارکهٔ دار الفنون
از مقرب الخاقان میرزا عبد الغفار نجم الملک معلم علوم
ریاضی
از مقرب الخاقان میرزا محمد کاظم معلم علوم طبیعی
از مقرب الخاقان محمد حسین خان سرتیپ و ناظم مدرسهٔ
مبارکهٔ دار الفنون
از مقرب الحضرة العلیه میرزا علیخان قاجار معلم طب مجانی
مدرسهٔ مبارکه که در حقیقت سبب واداشتن مؤلف شد
بترتیب این رساله و انتشار آنها

تشکر میکنم

از جناب موسیو بنه ناظم مدرسهٔ پلی تکنیک
از جناب موسیو برتران معلم تجربهٔ فیزیک [illegible] مدرسه

پلی تکنیک

از جناب موسیو ژامن معلم فیزیک مدرسه پلی تکنیک

از جناب موسیو کاور معلم شیمی مدرسه پلی تکنیک

از جناب موسیو فیلیپ معلم جر اثقال ریاضی مدرسه

پلی تکنیک

از جناب موسیو مانم معلم هندسه اعلا و علم بریدن سنگ

و چوب

از جناب موسیو فای معلم نجوم ریاضی مدرسه پلی تکنیک

و از ژوسا و معلمین مدرسه سن لوئی و مدرسه نوتگانه

فونتن بلو

کتبی که مؤلف در ترتیب این رساله بدانها رجوع نموده فیزیک

مختصر دکتر فابرت و فیزیک مطول ژامن و فیزیک

گانو و جر اثقال دلن

فهرست کتاب

فهرست کتاب

کلیات

صفحه

فصل

اطلاع

از روی غلط‌نامهٔ آخر کتاب مستدعی است خوانندگان اوّل کتاب را تصحیح کنند و پس از آن مطالعه فرمایند

هو

بسم الله الرحمن الرحیم

اصول علم فیزیک

مقدمه

۱ــ **تعریفات** ــ فیزیک علمی است که در آن بحث میشود از خواص عمومی اجسام و قوه ثقل و صوت و حرارت و الکتریسته و نور و از آثاریکه در اجسام از آنها بظهور میرسد

ماده چیزی است که بحواس خمسهٔ ظاهره محسوس گردد یعنی بتوان او را دید یا شنید یا چشید یا بوئید و یا بالاخره بواسطهٔ لمس احساس نمود و هر مقدار محدودی از ماده را جسم نامند

۲ــ **حالات مختلفهٔ اجسام** ــ هر جسمی میتواند بدون آنکه تغییری در طبیعت مادهٔ او بظهور رسد بسه حالت مختلف درآید حالت جمود و حالت سیلان و حالت بخار چنانکه

یخ

یخ جسمی است جامد و چون ذوب شود آب است مایع یعنی جسمیست مایع و اگر بواسطهٔ حرارت آنرا بجوش آوریم تبدیل ببخار میگردد و در هر یک از این سه حالت طبیعت مادهٔ آن یکیست و همان آبست که بصورت مختلفه بروز نموده و آنکه جسم از حالتی بحالت دیگر درآید مثلاً یخ تبدیل بآب شود و یا آب بحالت بخار گردد حرارت لازم است و بالعکس بخار تبدیل بآب و آب تبدیل بیخ نشود جز بواسطهٔ برودت یعنی نقصان حرارت پس بطور کلی حرارت هر جسم جامد را تبدیل بمایع کند و هر مایعی را ببخار و نقصان حرارت بخار را تبدیل بمایع و بعد بجامد نماید و جمیع مواد مثل گوگرد و فسفر و فلزات و غیره مانند آب صاحب این سه حالت اند ولی بعضی از آنها دیرتر و مشکلتر تغییر حالت میدهند

جسم جامد است وقتیکه بتوان آنرا گرفت مانند چوب و سنگ و مس و آهن و ذغال و غیره و این اجسام صاحب شکل و

و حجم مخصوصی هستند و نمیتوانند تغییر شکل دهند مثلاً
اگر فلزی را که شکل معینی داشته باشد بحالت خود گذاریم
ابد الدهر بهمان صورت باقی خواهد ماند

اجسام مایعه آنهائی هستند که نمیتوان آنها را گرفت و
این اجسام شکل معینی ندارند و متشکل میشوند بشکل ظرف
خود ولی حجم آنها تغییر ناپذیر است مثلا یک کیلو آب در هر ظرفی
متشکل بشکل آن ظرف میشود ولی حجمش همان یک کیلو است

بخارات اجسامی هستند شبیه بهوا و اغلب غیر مرئی و لطیف
و بحس لمس درک آنها ممکن نیست شکل آنها مانند مایعات
همان شکل ظرف آنهاست ولی حجمشان نامعین است و میل
دارند که همیشه تصرف مکان بزرگتری کنند مثلا یکمن گاز
اگر در ظرفی باشد که ده من گنجایش داشته باشد باز منبسط گردیده
تمام آن ظرف را پر میکند

پس بطور اجمال جسم جامد آن است که شکل و حجم معینی داشته
باشد

باشد و جسم مایع آنکه صاحب حجم معین فقط باشد ولی
شکلش تغییر پذیرد و بخارات آنهائی هستند که نه
شکل معین و نه حجم معین دارند

۳ـ خواص عمومی اجسام ـ وسعت و
عدم تداخل جسم بهر حالتی که باشد و هر چه باشد طبیعت
مادهٔ آن صاحب چندین خاصیت است که چون تعلق بتمام اجسام
میگیرند آنها را خواص عمومی اجسام گوئیم و آنها از این
قرارند وسعت و عدم تداخل و قابلیت تقسیم و تخلخل
و قابلیت تراکم و قابلیت ارتجاع و قابلیت حرکت و جبر

وسعت خاصیتی است که بواسطهٔ آن اجسام جزئی از فضا را
متصرف میشوند و مکان متصرفهٔ جسم را حجم آن جسم گوئیم

عدم تداخل خاصیتی است که بواسطهٔ آن ذرات جسم
مادی نمیتوانند در آن واحد متصرف مکان واحد باشند
بجهت اینکه ذرهٔ جسمی نتواند متصرف مکان ذرهٔ دیگر گردد

لابدست که آن ذره را از مکان خود بیرون کند

۴ ـ قابلیت تقسیم ـ ورق طلا و مفتولهای فلزی ـ قابلیت تقسیم خاصیتی است که بواسطه آن اجسام میتوانند بعده اجزاء خورد منقسم شوند و با آلات و وسایلی که ما در دست داریم میتوان اجسام را چنانچه از روی مسئله ذیل واضح میشود باجزاء بسیار صغیر تقسیم نمود

طلا را بواسطه کوبیدن چنان ورقه کنند که چندین هزار آنها بقدر یکهزارم ذرع قطر پیدا کنند

بجهت یکی از امتحانات دقیقه علم نجوم یکی از علمای انگلیس که ولاستون نام داشت از طلای سفید مفتولی ترتیب داد که منتها درجه نازکی را داشت اول میله نقره را در امتداد محور خود سوراخ نمود و مفتول طلای سفیدی در آن سوراخ داخل کرد و تمام آنرا از حدیده در کرده مفتولی بنازکی موی ترتیب داد مفتول طلای سفید جوف آن نیز بهمان نسبت باریک شده بود پس آن

مفتول را

مفتول را در جوهر شوره انداخته نقره آن محلول و مفتول طلای سفید بحالت خود باقی ماند و بقدری نازک شده بود که دیدن آن با چشم ممکن نبود مگر هنگامیکه آنرا بواسطه حرارت سرخ مینمودند و چون طلای سفید سنگینترین تمام اجسام است واضح است که تجسس کنیم آن چه قدر کوچک خواهد بود و حال آنکه همین تجسس کنیم طلای سفید مفتولی شده بود بطول هشت ذرع و بنابراین بر وفق قواعد حساب یک گلوله از این مفتول که تقریبا باندازه سیبی باشد یکدور تمام کره زمین را در روی خط استوا میپوشاند یعنی هشتاد کرور ذرع طول پیدا خواهد کرد و اگر فرض کنیم که این مفتول را قطعه قطعه کنند بطوریکه هر قطعه عشر هزار یک ذرع طول داشته باشد معلوم میشود که یکقطعه طلای سفیدی که باندازه یک حبه باشد میتواند بهشتصد هزار کرور جزء منقسم شود

۵ ـ تارهای عنکبوت ـ عنکبوت مخفی

چسبیده یکدیگر پس از تار پرده‌هائی ترتیب میدهد که از جنس ابریشمند
و کار از آن تارها مخصوص حفاظت تخم خود کیسه‌هائی بسیار قشنگ
میبافد در بدن این حیوان مایهٔ ابریشمی بطور مایع خلق میشود
و خاصیت آن مایع اینست که چون مجاور هوا شد می‌بندد
و رطوبت و آب در آن اثری ندارند و چون عنکبوت شروع
ببافتن پردهٔ خود میکند آن مایع از چهار یا شش غدهٔ مخصوص
که در منتهای شکم آن واقع اند ترشح میشود و این غدد
شکل لولهٔ آب پاش سوراخ سوراخ و تقریباً در تمام آن
غدد هزار سوراخ موجود است از هر سوراخی آن مایع بیرون
آمده تاری تکوین میکند که چون آن هزار تارها با هم یکی شدند
یکتار عنکبوت حاصل میشود عنکبوتهای بالغ و جفت پرده‌های
وسیعی ترتیب میدهند و چون فرض کنیم که ده ذرع تار
صرف بافتن یک پردهٔ عنکبوت شده باشد بنابر آنچه ذکر شد ده هزار
ذرع تار فرعی بکار رفته و چون هر ذرع را بده هزار قسمت نمائیم

هر

و بیست کرور از آن اجزاء خواهیم داشت و بجهة ساختن تمام
این اجزاء عنکبوت یکقطره بسیار صغیری از آن مایع را
بکار برده

۶ — کلبولهای خون — چون با ذره بین
خون را بدقت ملاحظه کنیم مایعی زرد رنگ دیده میشود که عدهٔ
بسیاری از اجسام خورد قرمز رنگ در آن شناورند بشکل
آن اجسام مسطح و شبیه اند بعدس و آنها را کلبولهای خون نامند
و با آلات دقیقه اندازه گرفته اند که ۱۲۵ دانه کلبول خون
را باید پهلوی یکدیگر قرار بگیرند تا یکهزارم ذرع قطر
پیدا کنند پس در یکهزارم یکذرع مکعب خون که تقریباً بقدر
یک سر سنجاق است قریب چهار کرور کلبول موجود است

۷ — حیوانات خورد ذره بینی —

در آبهائیکه مواد نباتی و حیوانی محلول اند کرور کرور
حیوانات خلق میشوند که یکقطره آب بجهة آنها دریای بی‌پایانیست

انواع اینجوانات بسیار ریزند و بعضی از کلبول خون انسان
صغیرترند و حال آنکه اینجوانات زنده که میکنند و جاب
الآشد و شکار جنور خورده آنرا هضم مینمایند پس تصور
کنند که اجزاء آن چه قدر صغیر اند مجملا در عالم طبیعت بطور
مطلق بزرگ و کوچک موجود نیست و هرچه هست نسبی است
چنانچه مورچه نسبت بما ذره ایست و نسبت بجوانات ذره بین
حیوانیست عظیم الجثه

۸ — **جزء لایتجزی و ذره** — بر حسب خیال قابل تقسیم
اجسام حدی نیست ولی در واقع همانین که جسم تقسیم پذیراست
بسیار خورد شد بحدی میرسد که الوقت با آلات و وسایطی
که در دست داریم تقسیم پذیر نیست

چون جسم مفردی بنهایت درجه تقسیم خود رسید هر یک از اجزاء
آنرا جزء لایتجزی یا جوهر فرد نامند و در صورتیکه جسم مرکب باشد
اجزاء آنرا ذره گویند مثلا گوگرد و سایر اجسام مفرده

پس از آنکه بنهایت درجه تقسیم رسیدند اجزاء آنها را جزء
لایتجزی گوئیم و آن نه بوسایط جراثقالی تقسیم پذیر است
و نه بوسایط شیمیائی ولی اجسام مرکبه چون بحد تقسیم خود
رسیدند اجزاء آنها را ذره گوئیم مثلا اگر مس و گوگرد را
بقواعد شیمیائی ترکیب کنیم ماده سیاهی حاصل میشود
که چون او را با اجزاء بسیار خورد تقسیم نمائیم هر یک از ذرات
آن دارای گوگرد و مس خواهند بود پس این ذرات که بوسایط
جراثقالی تقسیم پذیرند باعانت قواعد شیمیائی باجزاء مرکبه
خود که گوگرد و مس است تجزیه خواهند شد و انوقت ذرات گوگرد
و مس اجزاء لایتجزی یا جوهر فرد ند و در آن کلیه هیچ واسطه
تقسیم نمودن آنها ممکن نیست پس معلوم شد که جزء لایتجزی
و ذره مترادف نیستند ولی در این علم میتوان بدون عیب
یکی را بجای دیگری استعمال نمود

جزء لایتجزی و ذره نامرئی اند به هیچ واسطه و اسبابی رؤیت

آنها ممکن نیست شلد ذرات قندیرا که در آب محلول باشد
باعانت هیچ ذره بین قوی نمیتوان دید

۹ — **قابلیت تراکم** — جمیع اجسام مرکب اند از
ذراتیکه از اجتماع آنها جسم صحیح میشود ولی آن ذرات بیکدیگر
اتصال ندارند و مابین آنها فاصلهها ئی خالی از ماده موجودست
که وسعت آنها بیش از ابعاد ذرات جسم است پس از اینفقره
لازم میآید که اجسام بواسطه فشار زیاد متراکم شوند یعنی که
حجمشان بواسطه نزدیکی ذرات آنها بیکدیگر کوچکتر شود
و اینخاصیت را قابلیت تراکم نامند و جمیع اجسام حتی
فلزات قابل تراکم اند مشروط براینکه فشاری زیاد بر آنها
وارد آید بخارات قابلیت تراکمشان بیشتر از مایعات
و جامدات

۱۰ — **قابلیت ارتجاع** — وقتیکه جسمی بواسطه
فشار متراکم شود غالب پس از رفع سبب بحجم اول خود

معاودت مینماید و اینفقره در صورتیست که مقدار فشار
از حد معینی تجاوز نکرده باشد والا جسم بصورت اول خود
مراجعت نخواهد نمود و اینخاصیت را که اجسام بواسطه آن پس
از تغییر شکل و حجم بحالت اول خود مراجعت میکنند
قابلیت ارتجاع گویند بخارات بیشتر از سایر اجسام دارای
اینخاصیت هستند چنانچه از تجربه ذیل معلوم میشود
در استوانه بلورینی که یکطرف آن مسدود باشد پیستونی از
از چرم داخل کنند و باو میله متصل نمایند که باعانت
آن بتوان پیستون را در جوف استوانه حرکت داد پس چون
بقوت دسته میل پیستون فشار دهیم حجم هوای جوف
استوانه متناقص میشود و هماینکه دست از آن دسته
برداریم هوای متراکم بحجم اول خود عود میکند و چون مثانه را
که از هوا و یا گاز دیگری ممتلی کرده باشند در دست بگیریم
و بلفظه آن فشار دهیم فی الفور تغییر شکل پیدا میکند

و بمحض رفع سبب شکل اصلی خود معاودت می‌نماید

۱۱ – **تخلخل** – چنانچه مذکور شد ذرات اجسام
بیکدیگر التصاق ندارند و مابین آنها فاصله‌های خالی از ماده
موجود است موسوم بخلل و فرج و این خاصیت را که اجسام تماماً
دارا هستند تخلخل نامند و وقتیکه دو مایع مختلف الطبیعه را
بایکدیگر مخلوط کنیم اغلب اتفاق می‌افتد که حجم مایع مخلوط
کمتر است از حاصل جمع حجمهای دو مایع اول بجهة آنکه بعض
از ذرات مایع اول در خلل و فرج مایع دویم قرار میگیرند مثلاً
چون لوله بلوری که یکطرفش مسدود باشد تا نیمه آن از آب
ممتلی نمائیم و بقیه آنرا از الکل پر کنیم در ابتدا الکل سبکتر
از آب نصف فوقانی لوله را پر میکند و چون لوله پر شد
اگر آن دو مایع را بخوبی مخلوط نمائیم سطح مایع پائین میآید
و مقداری از لوله خالی میماند و حال آنکه از آن مایع هیچ کم نشده
در سال ۱۶۶۱ مسیحی علمای فلرانس تجربه کرده‌اند از اینقرار
که

که کره مجوفی از طلا را ممتلی از آب نموده سوراخ آنرا که تعبیه در آن
کره قرار داده بودند در کمال استحکام مسدود کردند و
هاون که بر آن کره فشار زیادی وارد آوردند آب مانند
قطرات شبنم از آن کره تراوش نمود پس طلا نیز تخلخل است
و سایر فلزات هم زیاد یا کم دارای این خاصیت هستند

۱۲ – **تخلخل اجسام آلیه** – چون با دقت
پوست تخم مرغ را ملاحظه نمائیم در آن مشاهده خواهیم کرد
سوراخهای صغیر متعددی که عدد آنها در سر تخم کمتر است و این
منافذ محض دخول هواست تا حیوانیکه از آن تخم بعمل میآید
تنفس کند پس اگر با یکی از مواد چرب مانند موم یا روغن آن
منافذ را مسدود نمائیم بعینه مثل آنکه در خارج حیوانی را
از تنفس هوا ممانعت کنیم خفه میشود چنین نیز در تخم خفه
خواهد شد

در نوک انگشتان در تابستان بسهولت میتوان مسامات

بدنرا که عروق از آنها تراوش میکنند شاهد میشود سامات
جلد بدن بسیار صغیرتر از خلل و فرج پوست تخم اند و تمام
سطح بدن دارای سامات است و حاصل آنها اینست که عرق
از آنها خارج میشود
چون پشت برگیرا با ذره بین ملاحظه نمائیم بسا قدر بسیاری
می بینیم که بشکل ماکه که و کنار آنها مانند لب کلفت و بر گشته اند
و باصطلاح علمای گیاه شناسی آنهارا اِستُمات گویند
مطابق شکل ۳ و خاصیت این سامات اینست که
نباتات از آن سوراخها اسید کربنیک هوارا جذب
مینمایند و آنقدر کوچک و متعدد اند که در صد یکم زرع مربع
برگ یاس ۲۳۰۰۰ از آن موجود است
چون شاخهٔ مو را بخصوص وقتیکه خشک باشد قطع کنیم در
محل مقطع سوراخهای بسیاری می بینیم که هریک از آنها
منتهای یکی از عروق نبات است و خون نباتی در آنها دوران میکند

بلی

پس هر چیزیکه متعلق بنبات یا حیوانی باشد دارای
یکنوع تخلخل مخصوصی است که مخصوص است بهو اعمال حیاتی
خلق شده اند و ما آنها تخلخل آلی گوئیم مانند سامات
پوست تخم و منافذ برگ و مجاری عروق وغیره
۱۳ ـ قابلیت حرکت و جبر ـ قابلیت
حرکت خاصیتی است که بواسطهٔ آن اجسام میتوانند بحرکت
در آیند ولی جسم بخودی خود از حالت سکون بحرکت در نیاید
و باید که سبب خارجی آنرا متحرک سازد و ایضاً همین که از
حالت سکون بحرکت در آمد هرگز ممکن نیست بدون سبب
سرعت و استداد خود را تغییر دهد و عدم اختیار اجسام را در
قبول حرکت و سکون جبر گویند
بنظر اول چنان مینماید که جسم حرکت خود را میتواند تغییر
داده چنانچه جسم متحرک سرعتش رفته رفته کم میشود و بعد از آن
سکون در میآید ولی اینفقره را اسباب خارجی باعث است

که دخل بمحرک ندارد و آن اسباب مقاومتهائی هستند
خارجی که رفته رفته سرعت جسم را ضعیف میکنند و بالاخره
معدوم مینمایند مثلا گلوله را که در روی سطح دریاچه منجمدی
حرکت دهیم بسیار دور خواهد رفت ولی بواسطهٔ اصطکاک
آن جسم با یخ و پستی و بلندیهای آن سطح و مقاومت
هوا عاقبت الامر از حرکت بایستد

پس قطع نظر از جمیع عوایق همین که جسمی متحرک شد
ابد الدهر در حرکت خواهد بود و علاوه بر آن با همان
سرعتی که داشت الی غیر النهایه در امتدادی مستقیم
حرکت خواهد کرد بجهة اینکه بخودی خود نمیتواند سرعت و
امتداد خود را تغییر دهد

۱۴ — **در آثار و نتایج جبر** — بواسطهٔ
جبر است که اجرام سماوی ابد الدهر سرعتی را که خداوند در ابتدا
بآنها کرامت فرموده دارند و در فضای نامتناهی اگرچه

خلا

خلاء صرف نیست حرکت میکنند و شبهٔ که فضا را پر کرده
آنقدر لطیف است که مقاومت آن بطور محسوس سرعت
اجسام را تغییر نمیتواند داد حرکت انتقالی زمین و سیارات
در فضا بطور مستقیم نیست چنانچه بروفق قواعد جبر باید
چنین باشد و سبب این فقره اینست که قوهٔ جاذبهٔ آفتاب
در هر لحظه آنها را از امتداد حرکت خود خارج میکند و
بدور خود میگرداند

وقتیکه اسبی در عین شدت دو یکمرتبه بایستد سوار
از کلهٔ او بزمین خواهد افتاد مگر آنکه سرعت حرکت خود را
باین تدبیر معدوم کند که بدن خود را بجانب عقب خم کند
و بر رکابها در کمال قوت پای خود را تکیه دهد

چون شخصی که در کالسکه نشسته و بسرعت حرکت میکند
بدن او صاحب همان سرعت خواهد شد پس اگر خود را از
کالسکه بیرون اندازد بواسطهٔ آن سرعتیکه دارد چنان

با قوت بزمین خواهد خورد که ممکن است بمیرد

اگر بواسطهٔ ظهور مانعی کالسکه‌های راه آهن یکدفعه بایستند
بواسطهٔ آن سرعتیکه پیدا نموده‌اند چنان بیکدیگر خواهند
خورد که غالب بعضی از مسافرین را با کمال قوت باطراف
کالسکه خواهند زد و غالب خطرهای بزرگ راه آهن از سبب
همین است و بجهة اینکه یک جسمیرا از حرکت باز داریم
لابد باید بتدریج سرعتش را کم کنیم پس چه قدر ممنونیت
خیال آن کسانیکه در فکر اختراع اسبابی افتاده‌اند که
راه آهن را یکمرتبه نگاه دارند

مقالهٔ اول در قوهٔ ثقل

فصل اول
در قوی و حرکات

فقرهٔ اول
در انواع حرکات

۱ — چون جسمی در فضا بتوالی مواضع مختلفه را تصرف
شود گویند که آن جسم در حرکت است مثل گلوله که در سطح زمین
بغلطد

بغلطد و اسبی که در جاده حرکت کند و کشتی که در رودخانه
سیر نماید و غیرها اجسام متحرکه اند

بجهة شناختن اینکه جسمی در فضا تغییر مکان حاصل میکند لازم است
که موضع آن محل را بجهات اشیا مجاوره نسبت دهیم و در
این صورت نقطه که بواسطهٔ آن تغییر مکان جسم متحرک معلوم
میشود نقطهٔ نشانه نامند و بجهة شناختن حرکت اجسام
مجاوره غالب بدن خود ما نقطهٔ نشانه واقع میشود

هر وقت که بجهة تحقیق حرکت جسمی نقطهٔ نشانه موجود
نباشد در آن صورت حس سفر و صدای حرکت را تصور نمیکنیم مثلاً
اگر در اطاق کشتی بخاری باشیم که در روی رودی حرکت
میکند و علاوه بر آن پنجره‌های آن اطاق بسته باشند
و اشیا خارجه غیر مرئی باشند چنان بنظر ما خواهند آمد
که کشتی بی‌حرکت است و خیال عدم حرکت کشتی چنان در
ذهن ما جای گیر میشود که چون ببام کشتی برائیم فی الفور

می‌بینیم که سواحل و اشجار و عمارات و تمام اشیاء خارجه حرکت
میکنند و متدبر باید دقت نمود تا یقین کرد که حرکت آن
اشیا مجازی است و فی الحقیقه کشتی است که در روی
رود سیر مینماید

متحرک

هرگاه نقطه نشانه بشود حرکت جسمیرا که با آن نقطه نسبت
میدهیم حرکت نسبتی نامند و باید دانست که چون نقطه
نشانه متحرک باشد حرکت جسمیرا باو سنجیم حرکتی که بنظر
ما میاید مخالف حرکت حقیقی جسم است چنانچه اگر گلوله را
از جلو بعقب کشتی چنان بغلطانیم که علی الاتصال بمواجه
همان نقاط ساحل گردد در اینصورت گلوله بنظر ما ساکن
بیاید و چنین خیال میکنیم که کشتی از زیر گلوله رد میشود
جمیع حرکاتیرا که ما در کره ارض مشاهده مینمائیم نسبتی اند
چرا که زمین در مدت سالی بدور شمس دایره می پیماید که
نصف قطر آن پنجاه کرور فرسنگ است و علاوه بر این حرکت
زمین

زمین صاحب حرکات دیگر نیز هست ولی همین یک حرکت
کافیست بجهة فهمیدن اینکه جمیع نقاط نشانه واقعه در سطح
زمین متحرک اند بنابراین جمیع حرکات نسبتی اند

۲ — اغلب چنین از حرکت جسمی گفتگو میکنیم تصور مینمائیم حرکت
یکی از نقاط آنجسم را و چنین فرض میکنیم که تمام جواهر آن
جسم در آن نقطه جمع شده و باین طریق از حرکت این نقطه در
فضا خط مستقیم یا منحنی احداث میشود که معبر حرکت نامند
مثلا در فوق ذکر نمودیم که زمین در حول شمس دایره می پیماید
و واضح است که این دایره از حرکت یکی از نقاط زمین مثلا
مرکز آن احداث میشود

حرکت جسم را مستقیم الخط یا منحنی الخط گویند موافق آنکه معبر
آنجسم مستقیم باشد یا منحنی و حرکات منحنیه را از روی شکل
منحنی معبر تمیز دهند مثلا گویند حرکت دایره و حرکت بیضی
و قطع [illegible]

۳ — بجهة آنکه حرکت جسمی درست معلوم گردد نه تنها شکل
خط مسیر آنرا باید در دست داشت بلکه علاوه بر آن باید دانست
که جسم متحرک هر یک از قطعات مسیر خود را در چه مدت می پیماید

۴ — حرکت متشابه و سرعت —

هرگاه جسم متحرک در ازمنه متساویه طی مسافات متساویه
نماید هرچه باشد مقدار زمان در آنصورت حرکترا متشابه
گویند و بسیار لازم است دقت در این شرط که مسافات
طی شده اعم از آنکه ازمنه طویله باشند یا قصیر بهیئة متساوی
باشند مثلا اگر در ثوانی متوالیه جسم طی مسافات متساویه کند
ولی در نیم ثانیه اول مسافت طی شده بزرگتر باشد تا در نیم
ثانیه ثانی در اینصورت حرکت متشابه نیست چنانچه عقربهٔ
ثانیه شمار ساعت پس از آنکه با کمال سرعت یک از
تقسیماترا پیمود آنی توقف میکند و بعد تقسیم دیگررا می پیماید
و مجدداً توقف میگردد و همچنین الی آخر و اگرچه در ثوانی متوالیه
مسافات

مسافات متساویه را پیموده مع هذا حرکت آن متشابه نیست
مسافتیرا که جسم متحرک در واحد زمان می پیماید سرعت حرکت
متشابه مینامند و همیشه باید علاوه بر مسافت واحد آنرا
نیز قید نمود مثلا گفت سرعت جسمی در ثانیه ده مطر است یا در
ساعتی دوازده فرسخ است سرعت حرکت جسمند و هرگز نباید گفت
که سرعت جسم ده است و یا آنکه ده مطر است بلکه باید گفت
که سرعت جسم در هر ثانیه ده مطر است

۵ — حرکت متغیّره —

درصورتیکه جسم متحرک در ازمنه متساویه طی مسافات مختلفه
نماید حرکترا متغیره خوانند و چنین است حرکت جسمیکه
بسمت زمین سقوط می نماید
در حرکت متغیره سرعت آناً فآناً تغییر می پذیرد پس اگر
فرض کنیم که در لحظهٔ معینی حرکت متشابه گردد یعنی که ابتداء
از آن لحظه سرعت حرکت جسم ثابت ماند در اینصورت سرعت

آنحرکت متشابه را سرعت حرکت متغیره نامند در آن لحظه
که ابتداء از آنحرکت را متشابه فرض نمودیم

در حرکت متغیره اگر سرعت رفته رفته تزاید شود حرکت را سریعه
نامند و در عکس اینحالت بطیئه گویند

۶ - حرکت دورانی و سرعت زاویه -

هرگاه جسمی در حرکت مستدیری به پیماید حرکت آنرا
دورانی نامند و در اینحرکت جمیع نقاط جسم مسیرشان دایره است
و هر چه نقطه مفروضه از محور حرکت دورتر باشد دایره
که می پیماید بزرگتر است

پس اگر فرض کنیم که از یکی از نقاط جسم عمودی بر محور حرکت
اخراج شده باشد در اینصورت وضع این عمود در مدت حرکت
جسم تغییر می پذیرد و با امتداد اول خویش زاویه احداث
مینماید پس اگر در ازمنه متساویه زوایای حادثه متساوی
باشند حرکت دورانرا متشابه نامیم و زاویه را که یکی از
نقاط

نقاط جسم در واحد زمان پیموده سرعت زاویه گوییم
مثلا زمین در حول محور خود دوران میکند و سرعت زاویه
آن در هر ساعت ۱۵ درجه است

گاهی از اوقات حرکت وضعیه جسم سریع است و در اینحالت
سرعت را بعدد دورها بیان میکنند و میگویند که فلان جسم
در دقیقه ۳۰۰ دور میزند

— فقره دوم در قوی —

۱ - چنانچه سابق ذکر شد هیچ جسم ساکنی نمیتواند بخودی
خود بحرکت درآید و بالعکس در حرکت هیچ جسم متحرکی بدون
سبب خارجی ممکن نیست تغییری عارض گردد

پس نتیجه اینکه جسم ساکنی متحرک شود و یا جسم متحرکی تغییر حرکت
حاصل کند سبب خارجی لازم است که باصطلاح طبیعی
آن سبب غیر معلوم را قوه نامند

انواع قوائیکه در علوم طبیعی از آنها گفتگو میکنند از اینقرارند

اولاً چون جسمی را از نقطهٔ معینی رها نمائیم بسمت زمین
هبوط مینماید و قوهٔ که سبب این حرکت است قوهٔ ثقل گوئیم و
چنانچه بعد مذکور خواهد شد جمیع اجسام تابع این قوه اند
و سبب جریان آبها نیز همین قوه است

ثانیاً چون جسم جامدی مثلاً تیغهٔ فولادی را بواسطهٔ از
وسایط تغییر شکل دهیم پس از رفع سبب بشکل و حجم اول
معاودت میکند و بنابراین ذرات جسم بواسطهٔ از قوهٔ
داخلی حرکت نموده بیکدیگر دور و نزدیک میگردند و سبب این
حرکات را قوای ذرهٔ نامند و این قوی بر دو نوع اند یکی را
جاذبهٔ ذره و دیگری را دافعهٔ ذره نامند

ثالثاً قوهٔ که باعث حرکت اجرام آسمانی میگردد معروفست
بقوهٔ جاذبهٔ عالم و در حقیقت قوهٔ ثقل و قوای ذرهٔ
و قوهٔ جاذبهٔ عالم متحد اند و بطور مجمل میتوان گفت که چون
اینقوه در فاصله های بعیده مابین اجرام فلکی اثر کند آنرا

جاذبهٔ

جاذبهٔ عالم گوئیم و چون در اجسام ارضیه اثر نموده باعث
سقوط آنها گردد جاذبهٔ ارضی یا قوهٔ ثقل نامیم و بالاخره
چون در فاصلهای بینهایت صغیره مابین ذرات اجسام اثر نماید
جاذبهٔ ذره گوئیم

۲ — فشار و تمدد —

قوهٔ وارده بر جسمی همیشه لازم نیست باعث حرکت آن شود
مثلاً چون سنگی را در روی میزی قرار دهیم بیحرکت میماند
و حال آنکه قوهٔ ثقل در آن جسم اثر میکند و یا مثلاً سنگی را
بریسمانی بیاویزیم بیحرکت میماند و حال آنکه اگر تصور کنیم که میز
فوراً معدوم شود یا ریسمان منقطع گردد جسم مفروض
ساقط خواهد گردید

هر وقت که قوهٔ در جسمی اثر کند و احداث حرکت ننماید
در آنصورت فشار یا تمدد حاصل گردد چنانچه در مثال
فوق سنگی که بر روی میزی قرار داده شده باشد بر آن

فشاری وارد میاورد و جسمی که بر ریسمان آویخته است
آنرا ممتد مینماید

۳ — **وزن** — وقتیکه جسمی بواسطهٔ مانعی
نتواند متابعت قوهٔ ثقل را نماید در اینصورت فشار یا
تمددی که بر آن مانع وارد میآید وزن آنجسم گویند
حال اگر قوهٔ بر جسمی وارد آید فشار یا تمدد حاصله را میتوان
تشبیه بوزن نمود و مقدار آنرا از حیثیت سنجیدن نمود
و بنابراین اندازه هر قوه عبارت از مقدار فشار یا
تمددیست که از آن حاصل میشود در صورتیکه آن قوه در
جسمی اثر نماید که حرکت نتواند نمود
و جهة تهدید قوی با وزان یعنی تقدیر آنها آلات مخصوصهٔ
چند اختراع نموده اند موسوم بمیزان القوی و این مختصر
رساله گنجایش ذکر آنها را ندارد

۴ — **امتداد یا معبر قوه** —

امتداد

امتداد یا معبر قوه عبارتست از معبر حرکت جسمی که آن
قوه در او اثر نموده و باعث حرکت آن گردیده باشد
و نقطهٔ را که قوهٔ مذکوره در آن نقطه بر جسم اثر نموده نقطهٔ
اثر قوه نامیده اند

فقرهٔ سیم در ترکیب قوی

۱ — **منتجه و مؤلفه** —

وقتیکه چندین قوه در جسم جامدی اثر کنند غالب اتفاق میافتد
که میتوان قوهٔ واحدهٔ چنان بدست آورد که اگر تنهائی در
آنجسم اثر کند بعینه همان آثار که از تمام آن قوی من حیث
المجموع حاصل میشد بظهور رسد
آن قوهٔ واحده که میتواند جانشین چندین قوهٔ دیگر گردد
و در آثار حادثه تغییری وارد نیاورد قوهٔ منتجه نامند و
آن چند قوه را قوای مؤلفه گویند و مقصود از ترکیب قوی
تعیین قوهٔ منتجه چندین قوهٔ مفروضه است

۲ - **تعادل** - ممکن است اتفاق افتد که چندین
قوهٔ وارده بر جسمی اثر یکدیگر را خنثی نمایند بطوریکه در حالت
اولیهٔ جسم تغییری عارض نگردد در اینصورت گویند که قوای
مفروضه تعادل میکنند و جسم بحالت تعادل است
تعادل را با سکون مشتبه نباید نمود چرا که سکون عبارت
از حالت جسمیست که تغییر موضع نمیکند و علاوه بر آن متأثر
از اثر هیچ قوه نیست و حال آنکه تعادل عبارت از حالتیست
که جسم از اثر چندین قوه متأثر شده باشد ولی آثار آن
قوی یکدیگر را خنثی نموده جسم در حالتی باشد که گوئی هیچ قوه
بر آن وارد نیامده و علاوه بر آن باید دانست که لازمهٔ حالت
تعادل سکون نیست چرا که مثلا اگر جسمی متحرک باشد چندین
قوه در آن اثر کنند و تعادل نمایند در حرکت جسم هیچ
تغییری عارض نخواهد گردید پس سکون و تعادل مترادف نیستند
۳ - دو قوه را متساوی نامند در صورتیکه چون هر یک از

آنها

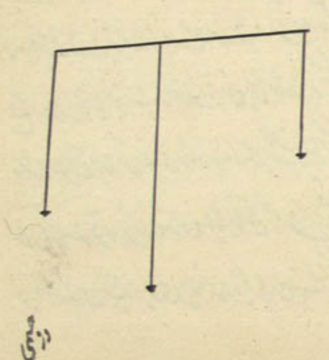
آنها منفرداً در جسم ساکنی اثر کنند حرکت و سرعت جسم در
هر دو حالت متحد باشد
چون چندین قوه در یک نقطه و در یک امتداد و جهت در
جسمی اثر کنند نتیجهٔ آنها مساوی خواهد بود بحاصل جمع آنها
و نقطهٔ اثر و معبر قوهٔ نتیجه همان نقطهٔ اثر و معبر مشترک
قوای مؤلفه است
اگر قوائی چند در یک امتداد بر نقطهٔ جسمی وارد آیند و بعضی
جهتشان مخالف جهت بعض دیگر باشد بجهت تعیین قوهٔ
نتیجه باید قوائیرا که در یک جهت اثر میکنند جمع نمود و قوای دیگر را
که در جهت مخالف اثر نموده‌اند نیز جمع نموده تفاضل آن دو حاصل
جمع مقدار قوهٔ نتیجه است که نقطهٔ اثر آن همان نقطهٔ اثر مشترک
و جهت معبر آن جهت آن قوای مؤلفه است که حاصل جمعشان بزرگتر است
مثلا اگر سه قوه بر یک امتداد و جهت بر نقطهٔ جسمی وارد آیند
که یکی شش من باشد دیگری پنج من دیگری هشت من نتیجه

آنها پانزده من خواهد بود و نقطهٔ اثر و معبر و جهت آن با قوای مؤلفه متحد است

و اگر دو قوه یکی سه من و دیگری هشت من در یک جهت اثر کنند و دو قوهٔ دیگر که یکی شش من باشد و دیگری نه من در جهت مخالف اثر نمایند نتیجهٔ آنها مساوی خواهد بود به پنج من و جهت و معبر آن نتیجه جهت مشترک و معبر دو قوهٔ اخیره است

۴ـ ترکیب قوای متوازیه ـ

چون دو قوهٔ متوازیه مطابق این شکل



در جهتی

در جهتی اثر کنند نتیجهٔ آنها مساوی است به مجموع آن دو قوه و نقطهٔ اثر آن خط واصل مابین دو نقطهٔ اثر دو قوهٔ مفروض را باید دو قسمت تقسیم بکنند بطریقی که دو جزء آن خط بنسبت معکوس دو قوه باشند با مقدار قوی یعنی اگر قوهٔ آ پنج من باشد و قوهٔ ب هفت من خط اب را باید بر نسبت پنج و هفت قسمت نمود تا نقطهٔ اثر نتیجه بدست آید و در اینصورت همانطور که قوهٔ آ پنج هفتم قوهٔ ب است خط ب ج نیز پنج هفتم ا ج خواهد بود

حال اگر دو قوهٔ متوازیه در یک جهت نباشند نتیجهٔ آنها مساوی خواهد بود بتفاضل آنها و نقطهٔ اثر نتیجه همانطور که در فوق مذکور شد بدست میاید

اگر دو قوهٔ متوازیه مختلفة الجهة متساوی باشند در آنصورت نتیجه ندارند و اجتماع چنین دو قوه را کوپل گویند

اگر بجای دو قوهٔ متوازیه چندین قوه موجود باشند
دو عدد آنها را اول با هم ترکیب میکنیم و پس از آن نتیجهٔ
این دو قوه را با قوهٔ سیم ترکیب نموده نتیجهٔ جدید را با قوهٔ چهارم
ترکیب میکنیم و بهمین طریق پیش میرویم تا به آخر

۵ — **اهرم** — یکی از نتایج ترکیب
قوای متوازیه اهرم است و آن عبارت از میلهٔ ایست
مانند **اب** مطابق این شکل ۵

که باعانت آن با قوهٔ بسیار کم میتوان جسم ثقیل را حرکت داد
بجهة اینقدر یکنوک اهرم را در دست گرفته نوک دیگر آنرا
در تحت جسم مفروض قرار میدهیم و ما بین دو انتهای اهرم
جسمی وضع میکنیم محض اینکه اهرم بآن جسم تکیه کند و در این صورت
اگر بیکطرف

اگر بیکطرف اهرم ده من زور آوریم و خط **ب ث**
ده برابر **اث** باشد بجسم **ا** صد من قوه خواهد رسید
قوهٔ وارده بر نقطهٔ **ب** را قدرت و فشاری که از
جسم **ا** بر نوک اهرم وارد میآید مقاومت و نقطهٔ **ث** را
نقطهٔ اتکا نامند و در قطعهٔ **اث** و **ب ث** را
دو بازوی اهرم گویند و همیشه نسبت دو بازوی اهرم
بعکس نسبت قدرت و مقاومت است
این قاعده را ارشمیدس حکیم کشف نمود و بجهة بیان
اهمیت این مسئله معروف است که میگفته است اگر اهرم و نقطهٔ
اتکائی میداشتم کرهٔ زمین را بلند میکردم

۶ — **ترکیب قوای معاونه**

چون دو یا چند قوه بر یک نقطهٔ جسمی وارد آیند آنها را
قوای معاونه گوئیم
بجهة ترکیب دو قوهٔ معاونه قاعده آن است که بر روی دو قوه

مفروضه متوازی الأضلاعی مانند اب ج د
مطابق این شکل

رسم نمائیم و قطر از او صل کنیم تا معبر و مقدار قوه
نتیجه بدست آید مثلا در شکل مذکور اج نتیجه دو قوه
اب و اد است

در صورتیکه مقصود ترکیب چندین قوه معاونه باشد اول
دو عدد آنها را با یکدیگر ترکیب میکنیم و بعد نتیجه آنها را با
قوه سیم ترکیب نموده نتیجه جدیده را با قوه چهارم تألیف
مینمائیم و بهمین طریق پیش میرویم تا با آخر

۷ — مرکز ثقل — قبلا مذکور شد
که سبب سقوط اجسام قوه ثقل است و چون هر جسمی مرکبست
از عده

از عده کثیری از ذرات و قوه ثقل در هر یک از آنها
اثر میکند پس میتوانیم چنین تصور کنیم که بر هر یک از
ذرات جسم قوه وارد آمده و چون تمام این قوی را با
یکدیگر ترکیب کنیم نتیجه بدست خواهد آمد که آنرا وزن
جسم گویند و نقطه اثر وزن را مرکز ثقل نامند و
ثابت میکنند که موضع مرکز ثقل در اجسام تغییر نا
پذیر است و میتوان آنرا بتجربه بدست آورد

فصل دوم
در معرفت سقوط اجسام و پاندول و وزن

۱ — هر جسمی که از ارتفاع معینی رها کنیم بزمین
میافتد مانند یکقطعه چوب و یک گلوله آهن و یکقطره
آب و غیره ولی بعضی از اجسام عوض اینکه بزمین بیفتند
صعود میکنند و در ارتفاع معینی معلق میباشند مثل

دود و ابر و بالن و غیره این اجسام که بهوا صعود میکنند
بواسطه اینست که از هوا سبکتر اند همانطور که اگر قطعهٔ
چوبی را در قعر منبع آب رها کنیم بالا خواهد آمد و در اینصورت
واضح است که اگر کرهٔ هوا نبود جمیع اجسام بزمین میافتادند
و اینفقره را اغلب باین عبارت بیان میکنند که تمام
اجسام تابع قوهٔ ثقل اند و از این عبارت نباید اینطور را
فهمید که اجسام زیاد یا کم سنگین اند بجهة آنکه وزن در
اینموقع سقوط باعتبار نیست و باید از عبارت مذکور این
معنی را فهمید که اجسام بالتمام مایلند که بسمت زمین سقوط نمایند

۲ — سبب سقوط اجسام

— جمیع مواد
یکدیگر را جذب میکنند یعنی هر جزو ذرهٔ مادی که بیک فاصله
از یکدیگر قرار گرفته باشند میل طبیعی آنها بر اینست
که بیکدیگر نزدیک و ملحق شوند و اینخاصیت را جذب نامند
اینخاصیت بسیار عمومی است چنانچه در اجرام آسمانی نیز موجود

و بس

و بسبب حرکت آنها گردید و بواسطه قوهٔ جاذبهٔ آفتاب است
که سیارات و زمین از خط مستقیمی که بر وفق قواعد
جبر باید بپیمایند منحرف میگردند و بدور شمس حرکت
میکنند و بواسطه قوهٔ جاذبهٔ زمین است که تمام اجسام
ارضی همینکه از سطح آن دور شدند پس از آزادی
مجدداً بسوط مینمایند و قوهٔ جاذبهٔ زمین را مخصوصاً قوهٔ
ثقل نامند

۳ — امتداد سقوط اجسام یا معبر قوهٔ ثقل

هرگاه جسم وزینی را بانتهای ریسمانی بیاویزیم آلتی احداث
میشود که معروف به شاقول است چون یکطرف ریسمان را با بدست
بگیریم جسم وزین پس از آنکه چندین دفعه نوسان نمود
بحالت تعادل میایستد و امتداد ریسمان همان امتدادیست
که جسم وزین اگر آزاد بود بجهة سقوط خود اختیار میکرد و بس امتداد

زمین معبر قوهٔ ثقالت حال اگر شاقولی را در روی
سطح آب ساکن نگاه داریم دیده میشود که امتداد آن
بر آن سطح عمود است امتداد ریسمان را خط قائم و سطح
آب ساکن را که بر آن عمود است سطح افقی نامند و هر خطیکه
در روی چنین سطح رسم شود خط افقی گویند پس
خط قائم و خط افقی نیز بر یکدیگر عمود اند

۴ — میل اجسام بسمت مرکز —

همانطور که خط قائم بر سطح آب منبعی عمود بود بر سطح آب
دریا نیز عمود خواهد بود و چون دریا و دریاچه‌ها و کلیةً
تمام مواضعیکه آب بسیار در آنجا جمع شده‌اند سطح
خارجیشان کروی است پس معلوم میشود که معبر قوهٔ ثقل
بمرکز عبور میکند بجهة آنکه هر خطیکه بر سطح کره عمود باشد
لابد بمرکز آن باید عبور کند و در هندسه ثابت شده است
که جمیع خطوطیکه بر سطح کرهٔ مفروضی عمود باشند یکدیگر را

درم

یکدیگر را در مرکز آن ملاقات خواهند نمود پس از آنجائیکه
امتداد سقوط اجسام بر سطح آبهای راکد عمود است لازم
میآید که امتداد شاقول بمرکز زمین بگذرد

۵ — سبب اینکه چرا امتداد سقوط اجسام بمرکز میگذرد —

جمیع اجزاء مادیهٔ کرهٔ زمین چه از قشر خارجی زمین و
چه از هستهٔ مرکزی تماماً تابع جاذبهٔ زمین اند و جمیع این
مواد نسبت بخطیکه از جسم بمرکز وصل شود قرینه واقع
شده اند پس معبر نتیجهٔ جذب تمام آن ذرات باید بر این
خط منطبق شود بجهة آنکه سببی ندارد که این معبر بسمتی
بیشتر میل کند و بسمتی کمتر

چون جمیع اجسام معبر سقوطشان بمرکز عبور میکند پس معلوم
میشود که اگر کرهٔ زمین مجوف میبود نقطهٔ مرکز که در آن تمام
موهومات بار محل تقاطع آن امتدادات واقع میشد

و بنابراین واضح میشود که نقطهٔ مرکز را اثر مخصوصی نیست
و سبب همین است که ذرات مختلفه نسبت بخط واصل مابین
جسم و مرکز قرینه واقع شده‌اند و این نقطه خواه
مادی باشد و خواه هندسی امتداد اثر قوهٔ جاذبه
بآن نقطه مرور خواهد کرد

٤ — سرعت سقوط اجسام —

چون چندین جسم مختلف را در یک آن از ارتفاع معینی
رها نمائیم تمام آنها در صورتیکه مانعی موجود نباشد متفقاً
بزمین میرسند و اوزان و احجام و طبایع آنها در این فقره
بهیچوجه مداخلت ندارند و چون در باب این مطلب تعقل
نمائیم می‌بینیم که بقاعده باید گلولهٔ سربی و دانهٔ ساچمه
باهم برسند بجهة آنکه اگر فرض کنیم که چندین دانهٔ ساچمه را که
من حیث المجموع معادل آن گلولهٔ سربند با یکدیگر از ارتفاعی
معین رها کنیم واضح است که همهٔ آنها متفقاً بزمین خواهند
رسید

رسید پس اگر فرض کنیم که آن دانهای ساچمه بیکدیگر
مربوط و متصل گردند و از آنها آن گلولهٔ سرب حاصل شود
سرعت سقوط آن همان سرعت اول خواهد بود

حال بواسطهٔ مثالی دیگر مطلب را بهتر توضیح میکنیم پس فرض
میکنیم که اسبی باری را بکشد هرگاه بار مضاعف گردد
دو اسب بر آن ببندیم سرعت حرکت تغییر نخواهد پذیرفت
و حال چون هر یک از آن ساچمهای مثال فوق را
شبیه باری کنیم و اثر قوهٔ جاذبه را قوهٔ اسبها
فرض نمائیم معلوم میشود که اگر عدد اسبها یعنی اثر قوهٔ
جاذبهٔ زمین افزوده شود و بهمان نسبت عدد ساچمها
نیز زاید گردد واضح است که در حرکت تغییری پدید نخواهد
شد پس بطور مجمل یکدانه ساچمه و یک گلولهٔ سرب
بالاتفاق بزمین میافتند

٧ — عقلاً فهمیدیم که هر دو جسم متحد الطبیعه که حجم

و وزن و شکل آنها مختلف باشد بالاتفاق بزمین میافتند
و بواسطهٔ امثال ذیل ثابت مینمائیم که طبیعت هوا نیز در سرعت سقوط
اجسام مداخلت ندارد و سبب اینکه اجسام با سرعتهای مختلفه
بزمین میافتند اینست که مقاومت هوا که برحسب سطح
و وزن جسم ساقط تغییر می‌پذیرد مانع سقوط اجسام میگردد

۸ — سقوط اجساد در خلا —

تجارب ذیل ثابت میکنند که سرعت سقوط اجسام در خلاء تحت
پس مطابق این شکل

لولهٔ بزرگ بلورینی را که دو متر طول داشته باشد اختیار میکنیم
و اجسام

و اجسام مختلفه مانند ساچمه و گلولهای چوب پنبه و پر
و خورده کاغذ و غیره در آن لوله داخل مینمائیم و
آن لوله را که یکطرفش مسدود و در طرف دیگر دارای
شیریست باسباب تخلیهٔ هوا متصل نموده هوای آنرا خارج
مینمائیم و پس از آن آن لوله را سرنگون میکنیم و میبینیم
که آن اجسام در تمام طول لوله متفقاً حرکت میکنند
ولی اگر کمی هوا در لوله داخل کنیم اجسامیکه از
حیثیت سطح منبسطتر و کم وزن‌ترند دیرتر میافتند
میتوان تجربهٔ ذیل را که اسباب مخصوصی لازم ندارد
همه جا مکرر کرد و آن از اینقرار است که اگر قرص فلزی را
گرفته قطعهٔ کاغذی باندازهٔ آن یا قدری کوچکتر
بریده بر روی او وضع کنیم و از ارتفاعی رها نمائیم
با هم بزمین خواهند افتاد و حال اگر آنها را از یکدیگر
جدا کنیم و از یک ارتفاع رها نمائیم قطعهٔ کاغذ بسیار

دیرتر خواهد افتاد و سبب اینست که در حالت اول قطعهٔ
فلز هوا را میشکافد و کاغذ چون مقاومت میبیند
با او مساعد بزمین می افتد

۹ — بتجربه معلوم شد که چون جسمی ساقط شود
در ثانیهٔ اول ۴ ذرع و هفت دهم می پیماید و هر چه
مدت سقوط متزاید میگردد سرعت جسم ساقط نیز متزاید
میشود و بعبارة اخری مسافات طی شده نسبت
مستقیم دارند با مجذور زمان یعنی که بجهة تعیین
مسافتیکه در چندین ثانیه پیموده شده فاعداد آن ثانیات
که چهار ذرع و هفت دهم را در مجذور عدد ثوانی ضرب
نمایند مثلا فرض میکنیم که بخواهیم مسافتیرا که جسم در
پنج ثانیه می پیماید تعیین کنیم پس مجذور پنج را که بیست
و پنج است در ۴٫۷ ضرب میکنیم و حاصل ضرب ۱۱۷٫۵
مسافت طی شده خواهد بود

در حرکت

۱۰ — در حرکت نوسانی پاندول —

فرض میکنیم مطابق این شکل

که ریسمانی را در نقطهٔ ثابت ا آویخته باشند و چنانچه مذکور
شد امتداد ریسمان در صورتیکه جسم بحالت سکون باشد قائم است
حال فرض میکنیم که جسم را از نقطهٔ ب بنقطهٔ د برند
و بعد رها نمایند اگر جسم آزاد بود در امتداد خط قائم فرود
میآید ولی بواسطهٔ آنکه بریسمان متصل است و قوهٔ جاذبهٔ
زمین در امتداد ریسمان اثر نمیکند جسم در روی قوس
دایرهٔ ح د که مرکزش نقطهٔ علاقه ا است حرکت
خواهد نمود و چون در این حرکت بنقطهٔ ب رسد بواسطهٔ

سرعتیکه حاصل نموده از آن نقطه تجاوز و در امتداد قوس
ب د حرکت خواهد نمود تا آنکه اثر قوهٔ جاذبه که
بسطئی این سرعت خواهد بود با او برابری کند و در اینحالت
جسم بنقطهٔ د رسیده است که ارتفاعش از ب بقدر
ارتفاع نقطهٔ ج است حال جسم در نقطهٔ د بهمان
حالتست که در نقطهٔ ج بود و واضح است که بنابر آنچه
ذکر شد جسم دوباره در امتداد قوس د ب نزول
خواهد نمود و چون بنقطهٔ ب رسد از آن تجاوز خواهد
کرد و قوس ب ح را تا نقطهٔ ج خواهد پیمود و این
حرکت رفت و آمد اگر مقاومت هوا و دلک نقطهٔ علاقه
مانع نمیشد الی غیر النهایه حاصل میشود ولی بواسطهٔ دو سبب فوق
جسم پس از چندین نوسان میایستد
هر یک از این رفت و آمد را اشتداد از د به ح و از
ح به د نوسان نامند و جسم و ریسمان را من حیث المجموع

باندول

باندول گویند ولی در غالب آلات ساعت و غیره
ریسمان را بمیلهٔ فلزی بدل نمایند

۱۱ — عدم مداخلت مادهٔ باندول در حرکت نوسانی آن

فرض میکنیم چندین باندول مختلف متحد الطول را که گلولهٔ
یکی از آنها گلوله اش سربی باشد و دیگری زجاجی و دیگری
بلوری و فرض میکنیم که تمام آنها را یک اندازه از خط
قائم دور نمائیم در اینصورت هر سه باندول اگرچه طبیعت
مادهٔ آنها مختلف است بالاتفاق حرکت خواهند نمود و
چون سبب این حرکات نوسانی قوهٔ جاذبهٔ زمین است و در
حقیقت یکنوع سقوطی است معلوم میشود که اثر قوهٔ جاذبه
در اجسام مختلفة الماهیه یکی است بجهة آنکه باندولهای
مذکور فوق متفقاً حرکت مینمودند و می بینیم که مسئلهٔ
سقوط متحدهٔ اجسام که بدلایل دیگر بما معلوم شده بود

از حرکت پاندول نیز نتیجه میشود

۱۲ — در نوسان پاندولهای مختلف الطول

فرض میکنیم سه پاندول ت ع د ب ع و ا ع را
که اولی قوس س ع دومی قوس د ع و سیمی
قوس ج ع را خواهد پیمود ولی جسم ع در همان
حالت که در صورت آزاد بودن در روی قوسهای
مذکور میغلطید واضح است که در این حالت هر یک از این
قوسها که نشیبش زیادتر باشد حرکت جسم در روی آن
اسرع خواهد بود پس معلوم میشود که پاندول حرکتش سریعترست

۱۳ — اتحاد زمان در نوسانهای بسیار صغیره

بزرگترین خواص پاندول اتحاد زمان است یعنی که مدت هر
حرکت نوسانی بجهة قوسهای صغیر یکسان باشد مطابق
این شکل

مدت حرکت پاندول از ب به ف برابرست
با مدتی که بجهة حرکت نوسانی خود لازم دارد در صورتیکه آنرا
از ا به ل و یا از س به ص حرکت دهیم در نظر
اول این حیث بسیار غریب بنظر میآید ولی چون درست
دقت کنیم دیده میشود که چون جسم از نقطهٔ ا شروع بحرکت
نماید نشیب قوسی که می پیماید کمترست و بنابراین سرعت
آن کمتر خواهد بود و چون قوسی که می پیماید نیز کوتاه‌تر شد
پس معلوم میشود که غرابتی ندارد اگر اختلاف طول قوسها
با اختلاف سرعتی که بواسطهٔ نشیبهای مختلف حاصل شد
تلافی نماید و در حقیقت چنین است و سبب اتحاد زمان
در قوسهای کوچک که از ۴ تا ۵ درجه تجاوز نکنند همین است
اما در صورتیکه قوس از حدود مذکور تجاوز نماید اختلاف
ما بین مدت نوسانها رفته رفته محسوس میشود

۱۴ در باب فرو رفتگی قطبین

ور آمدگی استواء

ثابت شده است که اثر قوهٔ جاذبه هر قدر فاصله مابین
جاذب و مجذوب زیادتر گردد کمتر میشود و چون فاصله دو یا سه
یا چهار برابر شود اثر قوهٔ جاذبه چهار یا نه یا شانزده
برابر کمتر میگردد و بعبارة اخری به نسبت مجذور فاصله
متناقص میگردد و نیز ثابت کرده اند که چون جسم جاذب
بشکل کره باشد فاصلهٔ مذکور ابتداء از مرکز آن گرفته
میشود پس در کرهٔ زمین اثر قوهٔ جاذبه هر قدر از مرکز دورتر
شویم کمتر میشود

از طرف دیگر نوسانهای پاندول را بسبب قوهٔ ثقل است
پس چون قوهٔ جاذبه که محرک اوست متزاید گردد یعنی
پاندول بمرکز زمین نزدیکتر شود حرکتش سریعتر خواهد گردید
و بتجربه معلوم شده که نوسان پاندول در قلهٔ جبال
سرعتش کمتر است تا در سطح زمین و بنا براین معلوم میشود که نقطه

فوق

فوق صحیح است و بجهة شناختن و سنجیدن بعد نقاط
مختلفهٔ زمین از مرکز کافیست تجربه کنیم و رصد نمائیم سرعت
حرکت نوسانی پاندول را در هر یک از آن نقاط و چون
در یک نقطه سریعتر از نقطهٔ دیگر حرکت نمود معلوم میشود که نقطهٔ اول
نزدیکتر است بمرکز و بتجربه معلوم گردیده که سرعت نوسان
پاندول در خط استوا کمتر است از قطبین پس لازم
میآید که قطبین زمین بمرکز نزدیکتر باشند و بنا براین کرهٔ
زمین در قطبین فرو رفته که و در استواء بر آمدگی دارد و
چنین ملاحظه با مقیاسهای طول اقطار زمین را سنجیده همین
فقره واضح میشود و نتیجه علمی با تجارب حسی مطابق میگردد
بدقت معلوم کرده اند که اختلاف مابین نصف قطر قطبی
و نصف قطر استوائی بیش از پنج فرسخ چهار هزار ذرعی است

۱۵ حاصل استعمال پاندول در اعمال ساعتسازی

ساعت اسباب جراثقال مخصوصی است که چرخهای
بسیار باعث حرکت عقربهٔ صفحه میشوند و ساعات و دقایق را
مینمایند تحرک این آلات یا فنر است و یا جسمی وزین ولیکن
آنکه حرکت عقربها منظم باشد در هر دستگاه ساعت آلت
مخصوصی قرار داده شده که ناظم حرکت و معروف برقاص
و بواسطهٔ حرکت نوسانی متحد الشکل این آلت است که حرکت
عمومی ساعت منظم و بقاعده میگردد و رقاص چیز دیگری نیست
مگر پاندولی که سرعت و بطوء حرکت آن باعث تندی و کندی
ساعت میگردند و جمیع ساعتهایی را که در کمال دقت و
صحت ساخته اند همین که آنها را در آفاق استوائیه و آفاق
قطبی برده اند کند و تند شده اند و این فقره را در ما
تقدم هم نفهمیده و باعث تعجب تمام مردم گردیده و سبب همان
فرورفتگی قطبین و برآمدگی استوائیه

١٦ — رقاص — بجهت اینکه با ساعت میتوان
زمان را

زمان را اندازه گرفت باید که عقربهٔ آن در ازمنهٔ متساوی
قسمتی متساوی را طی نماید یعنی که حرکتش متشابه باشد
ولی چون محرک ساعت یا وزن جسمی است ثقیل و یا قوهٔ
فنری است که باز میشود واضح است که حرکت هیچیک از این
دو محرک منظم نیست در حقیقت جسم ساقط که باعث حرکت
چرخها میشود رفته رفته سرعتش زیادتر میگردد و بر عکس فنر
هرچه بیشتر باز شود قوتش کمتر میشود پس در هیچیک از این
دو حالت چرخهای ساعت و بنابراین عقربهای آن ممکن
نیست بقاعده حرکت نمایند جز اینکه آلتی مخصوص انتظام حرکت
ساعت تعبیه نمایند و چنین آلترا ناظم حرکت یا رقاص
نامند و در ساعتهای مجلسی رقاص اغلب پاندولی است
که مدت نوسانش ثابت است

بس آخرین محور ساعت از مرکز چرخ دندانه داری عبور مینماید
که دندانهای آن بنوبت بطرفین قطعهٔ فلزی گیر میکنند موسوم

به انکر و انقطعهٔ فلزی بر محوری افقی متحرکست و این آلت را
قرار دهند نامند بجهة اینکه خاصیت آن اینست که در ازمنهٔ
متساویه دندانهای چرخ ع را مطابق این شکل



از برابر خود بگریزاند وقتیکه انکر افقی باشد هر نوک طرفین
آن در هیچیک از دندانهای چرخ داخل نشود و بنابراین
آن چرخ بواسطهٔ محرک ساعت میتواند بآزادی حرکت نماید

و اگر انکر کمی بسمت راست مثلاً متمایل شود نوک ث
ک در فاصلهٔ مابین دو دندانهٔ مجاور چرخ داخل و چرخ را
از حرکت باز میدارد و بعد انکر بسمت چپ متمایل گردد
و مجدداً چرخ را ه اقائه را از حرکت باز میدارد و بجهة اینکه
انکر از وضع اول بوضع ثانی درآید لابدست که در آن
میان بوضع افقی بگذرد در همان لحظه چرخ بآزادی بقدر
یکدندانه حرکت میکند پس اگر انکر بطور انتظام حرکت نوسانی
نماید واضح است که دندانهای چرخ در ازمنهٔ متساویه از
دو نوک آن رد خواهند شد
حال بجهة اینکه انکر را حرکت نوسانی دهیم آنرا متصل باندولی
مینمائیم و بجهة اینفقره محور انکر منتهی بمیله شده که نوک آن
بزاویهٔ قائمه خمیده و چنگالی دوشعبه از آن احداث شده
و دستهٔ باندول از میان شعب آن چنگال عبور نموده در حالت
حرکت نوسانی چنگال را با خود میبرد و بنابراین محور انکر را

که در حقیقت محور آنگز است متحرک مینماید و نوسان آن
بعینه نوسان رقاص است و معلوم میشود که حرکت متصل چرخ
منظم چرخهای ساعت باستعانت رقاص بدل بحرکت
متناوب منظمی میگردد

از طرف دیگر محرک ساعت نگاهداری حرکت رقاص می‌نماید
والّا بواسطهٔ مقاومت هوا و دوالک نقطه علاقهٔ رقاص از
حرکت می ایستاد و هر دفعه که یکی از دندانها میگذرد نوک
آن در روی سطح مورب ن ه و ث ک که در
دو نوک طرفین ساخته شده‌اند حرکت میکنند و هر دفعه
فشاری بر آن وارد میآورند که از چنگال برقاص منتقل
میگردد و بنابراین در هر حرکت نوسانی آن مقداری از
سرعت رقاص که متناقص شده بجای خود میآید

۱۷ — وزن و گرم — هر یک از ذرات
جسمی مجذوب کرهٔ زمین است و حاصل تمام این جاذبه‌های صغیر را
وزن

وزن جسم نامند و نباید وزن را با قوهٔ ثقل مشتبه نمود
بجهت اینکه یکی سبب و دیگری اثر است

قوهٔ ثقل عبارت از مقداری از آن قوهٔ جاذبه است که
در اجسام اثر نموده و نتیجهٔ آن اثر وزن جسم است و چون اگر
جسمی بواسطهٔ وزن خود بر هر جسمیکه مانع سقوط آن گردد
فشاری وارد میآورد و واضح است که اگر آنرا در کفهٔ ترازو
قرار دهیم فرود خواهد آمد و وزن جسم را از روی فشاریکه
بر مانع خود وارد میآورد تقدیر میکنند و وزن یک
اندازهٔ معینی از جسم مخصوص را یعنی در حقیقت فشاری را
که از آن بر مانعی وارد میآید واحد وزن گویند و معمول
چنین شده که وزن یک سانتیمتر مکعب آب مقطر را در چهار
درجه را واحد وزن قرار داده از آن وزنه ترتیب داده‌اند
موسوم به گرام

در بعضی کارهای متداول واحد وزن کیلوگرم است یعنی وزن

یک و نیم سطر مکعب با بقطر و مقدار آن معادل با هزار گرم است

۱۸ — ترازو —

ترازو مرکب است از تیغهٔ فولادی
موسوم بشاهین و در وسط آن پایه قرار داده شده
که عمود است بر امتداد شاهین و بواسطهٔ تیغهٔ فولادی که دم
آن بسیار نازک است بر سطح مستوی از فولاد یا سنگ
سختی قرار گرفته و فائدهٔ تیزی دم این تیغه اینست که
اصطکاک نقطهٔ تکیه کمتر گردد و حاصل سختی سطحی که
تیغه بر آن قرار گرفته اینست که بواسطهٔ استعمال آن سطح خط
نیفتد و تراز را خسته نکند و جهت اینکه ترازو خوب باشد
واضح است که باید شاهین آن بواسطهٔ جزئی اختلاف وزنی
که در هر کفهٔ آن حاصل میشود بتواند در کمال آزادی مایل گردد
و در ساختن ترازو دقت باید بکنند که اصطکاک نقطهٔ
تکیه کما هو حق الامکان کمتر گردد شاهین بواسطهٔ آن تیغه بدو
جزء قسمت شده که هر یک را بازوی شاهین نامند

چون شاهین

چون شاهین در ابتدای عمل باید افقی باشد واضح است
که دو بازوی آن باید متساوی الطول و متحد الوزن باشند
و در هر طرف شاهین کفهٔ معلق است که وزنشان متساوی است
و بجهت تعیین این فقره بمرکز شاهین و در امتداد عمودی
عقربهٔ قائمی نصب شده و پایهٔ ترازو در طرف علیای خود
دارای قوس منقسمی است که صفر تقسیمات آن در وسط
واقع و محاذی امتداد قائم عقربه و ترازو را بحالت تعادل
گویند در صورتیکه عقربهٔ مزبور بر صفر تقسیمات واقع شود و
چون در هر کفهٔ آن دو جسم مختلف قرار دهند وزن آنها
وقتی متساوی خواهد بود که عقربه محاذی صفر واقع شود

۱۹ — قاعدهٔ توزین مضاعف —

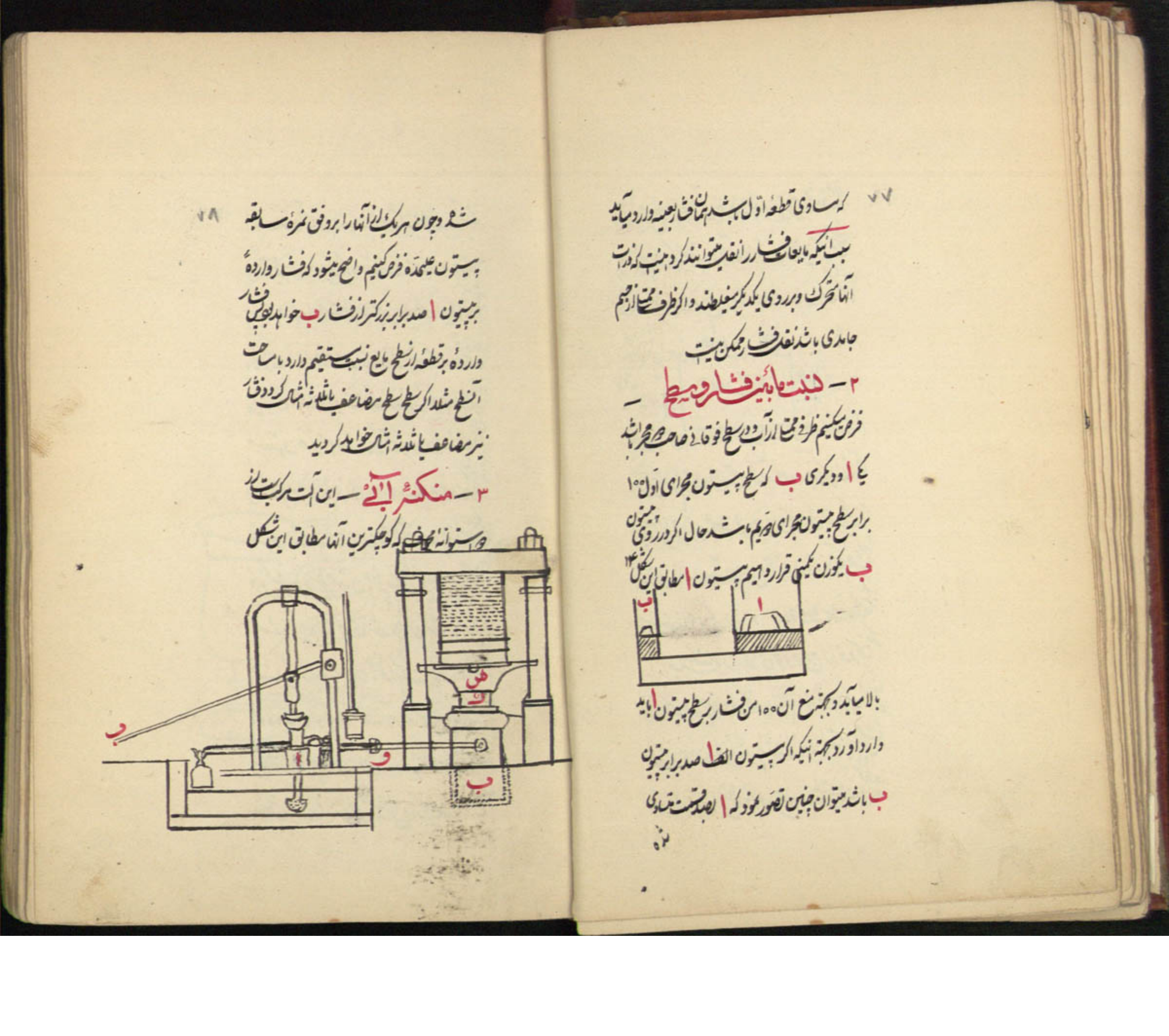
با وجود آنکه در ساختن ترازو کمال سعی و دقت منظور میشود
مع هذا اغلب ناقص و معیوبند مثلاً واضح است که دو بازوی
شاهین را متساوی نمیتوان ساخت با وجود این بواسطهٔ

قاعده ذیل میتوان بترازوی معیوب حساب شد پس فرض
بکنیم که یک کفه ترازو دیگری ا باشد و دیگری ب و جسم
سنجیدنی را در کفه ا قرار داده کفه ب را بواسطه
ساچمه یا اجسام خورده دیگری بحالت تعادل قرار بدهیم
و پس از آن جسم را از کفه ا برداشته بجای آن وزنهای
نشانه دار قرار دهیم و همینکه تعادل حاصل شد
مقدار آن وزنها بعینه وزن جسم است بجهة اینکه جسم خود
و وزنها یکه قایم مقام آن شد یعنی در یکطرف بازوی
اهرم اثر کرده اند و با یکجسم معین تعادل نموده اند پس
مقدار آنها یکیست

فصل سیم
در هندسه آبی و ظروف مرتبطه
۱ — در انتقال فشار مایعات —

فرض بکنیم که ظرفی مملو از آب یا مایع دیگری شده
باشد

باشد در سطح اطراف آن ظرف چندین مجرای مختلف قرار
بدهیم بطوریکه بعضی از آنها در فوق و بعضی در تحت و بعضی
در تحت طرفین واقع گردند مطابق این شکل ۳
مجاری ا و ب و ت و ث و ج را قرار بدهیم
و فرض بکنیم که قطر دهن آنها مساوی و در هر یک از آنها
پیستونی قرار گرفته باشد پس اگر فشاری بقدر یکمن بر
پیستون ا وارد آوریم مایع محتوی در ظرف آن فشار را
به پیستونهای دیگر ب و ت و غیره میرساند و هر یک
از آنها میل میکنند که از مجرای خود خارج گردند و بجهة اینکه
آنها را بحالت تعادل نگاه داریم باید بر هر یک از آنها
فشاری معادل فشار پیستون ا وارد آوریم پس فشار
وارده بر قطعه از سطح مایع در جمیع جهات منتشر و بر هر قطعه



که مساوی قطعهٔ اول باشد همان فشار بعینه وارد میاید
سبب اینکه مایعات فشار را انتقال میتوانند کرد اینست که ذرات
آنها متحرک و بر روی یکدیگر میغلطند و اگر ظرف مملو از جسم
جامدی باشد نقل فشار ممکن نیست

۲ — نسبت ما بین فشار و سطح —

فرض بکنیم ظرف مملو از آب دو سطح فوقانی صاحب دو مجرا باشد
یکی ا و دیگری ب که سطح پیستون مجرای اول ۱۰۰
برابر سطح پیستون مجرای دویم باشد حال اگر در روی پیستون
ب یک وزن معینی قرار دهیم پیستون ا مطابق این شکل ۱۴

بالا میاید و بجهت منع آن ۱۰۰ من فشار بر سطح پیستون ا باید
وارد آورد بجهت اینکه اگر پیستون الف ا صد برابر پیستون
ب باشد میتوان چنین تصور نمود که ا بصد قسمت متساوی

شده

شده و چون هر یک از آنها را بر وفق نمرهٔ سابقه
پیستون علیحده فرض کنیم واضح میشود که فشار وارده
بر پیستون ا صد برابر بزرگتر از فشار ب خواهد بود پس فشار
وارده بر قطعهٔ از سطح مایع نسبت مستقیم دارد با مساحت
آن سطح مثلا اگر سطح مضاعف یا ثلاثه اشال گردد فشار
نیز مضاعف یا ثلاثه اشال خواهد گردید

۳ — منگنهٔ آبی — این آلت مرکب است از
دو استوانهٔ مجوف که کوچکترین آنها مطابق این شکل

ا و بزرگترین آنها ب است این دو استوانه مملو اند از آب و
بواسطهٔ مجرای و با یکدیگر مربوط شده اند در هر یک از آنها
پیستونیست که درست حجم خارجیش برابر حجم داخل استوانه است
پیستون ا بواسطهٔ اهرم ب متحرک میشود و در سمت فوقانی
پیستون ک صفحهٔ ایست فلزی مانند ش که در ما بین چهار
ستون فلزی استوار حرکت میکند و در سمت اعلای آن
دو ستون صفحهٔ ثابتی قرار داده شده و چیزهائی که بخواهند (?)
فشردن آنها است ما بین این دو صفحه قرار میدهند پس اگر
فرض کنیم که سطح پیستون اعظم هزار برابر سطح پیستون اصغر
باشد و با عامل اهرمی شده ۳۰ من فشار وارد آوریم
فشاریکه بواسطهٔ پیستون اعظم از تحت بفوق وارد میآید
۳۰۰۰۰ من خواهد بود شکنهٔ آبی را در مواقع عدیده استعمال
میکنند مثلا جهة گرفتن رطوبت کاغذ و منسوجاتیکه تازه
ساخته شده باشند و محض استخراج آب چغندر و روغن زیتون

و مواد

و مواد چوب متعفن که در پیه موجودست یعنی تنها نمودن
است از این جهة ساختن شمع گچی و این آلت را استعمال
میشود جهة متراکم نمودن بارهای کثیر الحجم
قوت شکنهٔ آبی بسیار زیاد است و چنانچه در فوق مذکور شد
یکنفر با ۳۰ من قوت میتواند فشاری احداث نماید
که ۳۰۰۰۰ من باشد

۴ — ظروف مرتبطه فرض میکنیم مطابق این شکل

که ظرف چون ا مملو از آب باشد و مربوط بلوله باشد چون
ب که لولهای دیگر د و ذ و ر را هم چسبان (?)

مختلف و هم شکلشان بتوان بشبهای آن لوله پیچ
نمود و بواسطهٔ شیری مانند ك بتوان رابطهٔ آن ظرف را
بخارج مقطوع کرد حال اگر فرض کنیم که پس از پیچ بودن
یکی از آن لولهها شیر مذکور را باز نمایند آب در لولهها داخل میشود
و بهمان ارتفاعی که در ظرف دارد میایستد بطوریکه سطح
مایع در ظرف و لولهها یک ارتفاع است و از روی همین
تجربه معلوم میشود که شکل لوله در ارتفاع سطح مایع مدخله
ندارد و چنانچه در شکل دیده میشود لولهٔ مستقیم و لولهٔ
مایل و لولهٔ مارپیچ آبرا بیک ارتفاع نگاهداشته اند

٥ — در باب منبعهای مقسّم المیاه —

بجهة اینکه آبهای لازمهٔ زندگانی مردم شهرها را بالتساوی
تقسیم نمایند در یکی از نقاط مرتفعهٔ خارج شهر که بر جمیع
محلات آن مشرف باشد منبعی بنا کنند و آنرا باعانت تلمبه
یا چرخ گاو و یا بواسطهٔ دیگر از آب پر نمایند و از قعر آن منبع
لوله

لولهٔ اصلی کشیده شده که در زیر زمین منشعب بچند شعبه
میگردد و این لولههای فرعی آبرا بنقاط مختلفهٔ شهر میرسانند
و میتوان بجهة صفای کوچههای شهر فوارهها ترتیب داد
و واضح است که آب آنها بلند میشود و تقریبا بارتفاع سطح
منبع اصلی میرسد و بنا بر قاعدهٔ ظروف مرتبطه میتوان
آبرا بجمیع طبقات عمارات مختلفه برد بشرط اینکه
سطح آب منبع بلندتر باشد از جمیع آن طبقات
و واضح است که در صورت پستتر بودن آن سطح آب
در لولههای فرعی بهمان ارتفاع ایستاده جاری نخواهد گردید

٦ — فوّاره —

حال فرض میکنیم که در روی لولهٔ
افقی د که با ظرف ممتلی از آب چون ا مربوط است لولهٔ دیگری
پیچ نمائیم مطابق این شکل

که ظرف فوقانی آن سوراخ باشد و یا مانند سر آب‌پاش
صاحب سوراخهای متعدده باشد واضح است که چون شیر
آنرا باز کنیم آب در آن لوله بالا خواهد آمد و بمجرد اینکه بسطح
آب ظرف برسد فوران پیدا خواهد نمود و بنابر قاعدهٔ
ظروف مرتبطه ارتفاع فواره باید معادل ارتفاع سطح
منبع گردد ولی همیشه بواسطهٔ بعضی اسباب خارجه کوتاهتر
خواهد بود و آن اسباب عبارت است از اصطکاک آب
در درون لوله و مقاومت هوا و تصادم ذرات آب
که در هنگام سقوط با ذرات تحتانی خود تصادم مینمایند و
میتوان سبب اخیر را معدوم نمود باینکه امتداد مجرای فواره
را مایل نمایند در اینصورت آن جزئی از آب که قطع مجرا میشود
صاعد بر نخواهد خورد ولی در اینصورت فواره از خوشگلی
بیافتد و سبب چشمه‌های با فوران همان سبب یا علت است
که بنابر قاعدهٔ ظروف مرتبطه در یک سطح میباشند چنانکه

اگر فرض کنیم که منبع بسیار مرتفعی بواسطهٔ مجاری مختلفه
بچشمه‌های مربوط باشد که سطح دهانهٔ آنها پست‌تر از
منبع خلق شده باشند واضح است که در اینصورت آب
آن چشمه‌ها فوران پیدا خواهد نمود و تقریباً تا ارتفاع
سطح منبع خواهد رسید
و از آنچه مقدم شد معلوم میشود که ارتفاع فواره بستگی
ندارد جز بارتفاع سطح آب منبع

۷ — در باب منبع رودخانه‌ها —

بجهت زندگانی حیوانات و نباتات لازم است که سطح زمین
گاه گاه مرطوب گردد و در غالب نقاط آن آب دائمی موجود باشد
و این جهت بواسطهٔ آن آبها میشود که در کرهٔ هوا بحالت بخار
موجود و در نقاط مختلفهٔ زمین احداث باران و برف مینمایند
از طرفی آبهای دریا بواسطهٔ حرارت آفتاب بتدریج بخار
شده ابر حاصل میشود و جمیع آبهای زمین چه رود بزرگ

و چه رود کوچک و چه چشمه‌ها و چه سیلها سبب همین بخار
است که علی الاتصال متصاعد و چون بطبقات علیای
هوا رسید بواسطه برودت متحجر مایع میگردد و پس مجدداً
این آبها بواسطه حرارت بخار میگردد و بهوا صعود مینمایند و
طبیعت علی الاتصال از طرفی تبخیر و طرفی تقطیر مینماید و بواسطه
نشر آبهای باران و ذوب برف و یخ چالهای طبیعی چشمه‌ها و
رودخانه‌ها احداث میکردند و چون چند رودخانه باهم جمع
شدند رود بزرگی از آنها احداث میشود که پس از طی مسافات
بعیده آبهای خود را داخل دریاها میکنند تا مجدداً بواسطه حرارت
بخار گردند پس احداث و انتشار آن رطوبتیکه زمین را مرطوب
و حاصلخیز مینمایند از دریاها ابتدا میشود و عاقبت بآنها رجوع میکردند
پس معلوم شد که حرارت آفتاب باعث تبخیر آب و احداث ابر
میگردد و نقصان آن همان ابخره را تقطیر نموده بواسطه اثر قوه ثقل
بصورت باران و برف آنها را ساقط مینماید و رودخانه‌ها را جاری

نموده

نموده در نقاط پست سطح خود جمع میکند

۸ — در آبهای زیر زمین — آب در طبقات
مختلفه سطح زمین بیک اندازه نفوذ نمیکند بعضی از آن طبقات
که جز اعظم آنها گل رست و از قبیل آن هستند مانع نفوذ
آب از بعضی دیگر مانند طبقات شنی و ریگ آب بسهولت
عبور مینماید پس فرض میکنیم که در درون زمین طبقات مختلفه
چندی بطریقی بر روی یکدیگر قرار گرفته باشند که یک طبقه
شن مابین دو طبقه گل رست واقع شده باشد طبقه اك
بنابراین شکل



واضح است که بواسطهٔ همه اتفاقات و انقلاباتیکه در
سطح زمین بظهور رسیده ممکن است که در بعضی از نقاط ارتفاع
این طبقات کمتر باشد و در دامنهٔ جبال کرهٔ زمین بموازات
آن حرکت منقطع باشند و دهانهٔ آنها در قلل آن جبال باز و بنا
براین مانع دخول آب نگردند حال اگر این طبقات در نقطهٔ
مرتفعهٔ خود مجرای رودی واقع شوند و یا در قعر دریاچه دهان
آن طبقات باز گردد و یا آنکه آن نقاط مرتفعه متعلق به
یخچالهای طبیعی و یا جزء آن قلل باشند که برف دائمی در آنها
موجود است پس در اینصورت آب در طبقهٔ وسطی داخل و بسمت
نقطهٔ پست تر جاری میگردد و ما بین دو طبقهٔ غیر قابل
النفوذ را پر نموده منبعی احداث میکند که همواره سطح مایع
آن بنا بر قاعدهٔ معروف مرتبطه مایل خواهد بود که بارتفاع
سطح منبع اصلی برسد پس حال اگر در یکی از نقاط سطح زمین
طبقهٔ شش در روی سطح واقع شود آب از آن جاری

واحداث چشمهٔ طبیعی میگردد ولی اغلب طبقهٔ مذکوره رابطه
بخارج پیدا نمیکند در اینصورت چنانچه در نمرهٔ ذیل مذکور
خواهد شد در سطح زمین میتوان چاهی حفر نمود و آن
منبع را مربوط بخارج کرد

۹ - چاههای رسمی و چاههای آرتزین -

پس اگر فرض کنیم که در نقطهٔ ح سکنات ساحتی چاهی حفر
کنند بطریقیکه از طبقهٔ غیر قابل النفوذ فوقانی بگذرد آب
در آن مجرائیکه بجهة او حاصل میشود جاری و غالباً از دهانهٔ
آن چاه بیرون میریزد و در صورتیکه دهانهٔ چاه زیاد پست تر
از سطح آب منبع باشد آب از درون آن فوران خواهد نمود
و ارتفاع صعود آب تقریباً بارتفاع منبع میرسد ولی
در صورتیکه دهانهٔ چاه مرتفع تر از سطح منبع باشد آب از
دهانهٔ آن بیرون نخواهد آمد و در اینصورت احداث چاه
متعارفی میگردد

بجهة اینکه منبع آبهائیرا که از نشر روده خانهای اطراف محل
حاصل شده باشد با خارج مربوط نمائیم کافیست که
اغلب تا عمق قلیلی چاهرا حفر نمائیم و در اینصورت در قعر چاه
آب از اطراف نشر نموده برابر با سطح آب آن روده خانها میرسد
و جاری سی احداث میشود و واضحست که بواسطهٔ ارتفاع
و انخفاض سطح آب روده خانه سطح آب چاه نیز مرتفع
و منخفض میشود

ولی چون منبع آب در اعماق زمین واقع شده باشد بجهة
حفر چاه آلات مخصوصهٔ استعمال کنند معروف بمته جراثقال
و چاههائیکه با این آلت حفر میشوند چاه آرتزین نامند بجهة
اینکه اینچاه از قدیم الایام در ملک آرتوا که متعلق بخاک
فرانسه است معلوم بوده و بجهة اینعمل تسمهٔ مخصوصی بمیلهای
آهنین پیچ میشود و باعانت آلات جراثقال زمینرا سوراخ
مینمایند و هر قدر لازم میشود میلهای دیگر بر سر آن پیچ مینمایند
وازطبقات

و از طبقات مختلفه که اغلب مرکب از شن و ریگ و گل رست
و سنگ آهک و غیره اند عبور نموده بطبقه که قابل نفوذ آب
در آن جمع شده است میرسند و اگر در حین عمل بطبقهٔ سنگ
برسند که بسیار سخت باشد اغلب با دیلم مخصوص سنگهارا خرد
کرده با آلت مخصوصی دیگر که معروفست بقاشق اجزاء سنگرا
بیرون میاورند و بجهة اینکه از اطراف چاه قطعات سنگ
و خاک و غیره نریزند رسم آنست که در تمام آن سوراخ
تنبوشه های فلزی داخل مینمایند و یکی دیگر از خواص این
تنبوشهها اینست که آب در هنگام صعود در طبقات سست نفوذ ننماید

۱۰ — اکلوز کانالهای ملاحی —

بجهة اینکه دو مجرای آبیرا که کشتی در آنها کار میکنند بیکدیگر
متصل نمائیم و بخصوص در صورتیکه آن دو مجری بدو شیب
مختلف تعلق داشته باشند بطریقیکه در فاصلهٔ مابین آن
دو مجری نقاط مختلفة الارتفاع موجود باشند در اینصورت

[illegible]

کانالیکه این هر مجری را بیکدیگر متصل نماید صاحب
شیب مختلف خواهد بود و نقطهٔ ارفع آن کانال را نقطهٔ
تقسیم نامند و در این نقاط منبعها بنا کنند که آب آنها
وقت حرکت کشتی کانالها را پر نماید و ابتدا از این نقاط تمام
طول کانال را بقطعاتی چند قسمت کنند موسوم به بیف و کف
آنها افقی و بطور پله مرتبه بمرتبه واقع میشوند و بنا بر این در
هر قطعه ارتفاع سطح آب یکنواخت تنزل میکند و ما بین هر
قطعه دربی مخصوص قرار میدهند معروف به اکلوز و در حقیقت
اکلوز آن قطعه ایست از کانال که اطراف آن با مصالح بنائی
ساخته شده باشد و در طرفین آن دو در قرار داده باشند
و در آن درها دریچهای متحرک قرار دهند که معروفاند بوان
و باز کردن و بستن آنها در دست ماشینها است اگر خواهند کشتی را
از اکلوز پستی به اکلوز بالاتر از خود داخل کنند درب مابین
آن دو اکلوز را باز میکنند تا آب دو بیکمیزان بایستد و در آن
صورت

صورت کشتی در روی این سطح حرکت میتواند کرد و داخل
در اکلوز فوقانی میشود همانندم درب سطحی را میبندند و درب
فوقانی را باز میکنند تا بنا بر آنچه مذکور شد کشتی در اکلوز فوقانی
تر داخل شود و باین قاعده است که کشتیها را از نقطهٔ
پست تر بنقطهٔ مرتفعتر میبرند و بالعکس

فصل چهارم در فشار مایعات

۱ — الت هالدات صاحب —

بواسطهٔ وزن و حرکت ذرات مایعات همیشه براطراف
ظروفیکه محتوی آنها هستند فشاری وارد میآید و اول
مشغول میشویم بتعیین فشاریکه از مایعات بر قعر افقی
ظروف آنها وارد میآید

لولهٔ بلوری را که در دو نقطهٔ طول آن بزاویهٔ قائمه خم نمودهاند
و در روی صفحهٔ از تخته نصب کردهاند و چون آنرا از زیبق ممتلی
نمائیم سطح این مایع در دو لولهٔ قائم بیکمیزان خواهد ایستاد

سطح خارجی لوله در طرف ا قصر از قطعهٔ فلزی پوشیده شده
که میتوان ظروف مختلفهٔ ا ج و د را که تهٔ آنها باز و
سطح قاعدهٔ تمام آنها متساوی اندر آن پیچ نمود و شیر مطابق
این شکل ۱۹

برای آنکه بعد از هر دفعه بتوان آب ظرف را خالی کرد حال فرض
میکنیم که ظرف ا را بر سر آن لوله پیچ نمایند و تا ارتفاع معینی
آن را ممتلی از آب کنند پس فشاری که از آن مایع بر سطح زیبق
وارد میاید ستون لولهٔ دیگر را بالا میبرد و بنا بر این اگر

مقدار

مقدار صعود زیبق را تحقیق معین کنیم معلوم میشود که چون در
این ظروف مختلفه جدا جدا بهمان ارتفاع آب بریزیم و عمل را با آنها
مکرر نمائیم مقدار صعود زیبق در همه یکی خواهد بود و واضح است
که چون همین مقدار صعود اندازهٔ فشاری است که بر قعر ظرف
وارد میاید پس معلوم میشود که فشار وارده بر قعر ظرف
نه رابطه با شکل ظرف دارد و نه با مقدار مایع بلکه فشار مذکور
مربوط بچیز دیگر نیست جز ارتفاع سطح آن مایع

۲ — در تعیین مقدار فشار قعر ظرف —

هرگاه اطراف ظرف قائم و قطر آن در همه جا یکی باشد
واضح است که فشار وارد بر قعر آن مساوی است بوزن
تمام مایع و چون این فشار در صورتیکه قاعدهٔ ظرف و ارتفاع
مایعیکه در آن محتوی است تغییر نکند ثابت است پس معلوم میشود
که قطع نظر از شکل ظرف فشار وارد بر قعر آن مساوی است
بوزن ستونی از مایع که قاعدهٔ آن قاعدهٔ ظرف و ارتفاع

آن ارتفاع سطح مایع باشد
بجهة تطبیق این قاعده فرض میکنیم که قعر ظرفی یکذرع مربع است
و آب در آن ظرف دو ذرع ارتفاع ایستاده و مقصود تعیین
فشاری است که بر قعر ظرف وارد میآید بجهة حل این مسئله هیچ
لازم نیست شکل ظرف و نه مقدار مایع محتوی در آنرا
بدانیم و نیز وضع ظرف که قائم است یا مایل یا مارپیچ دانستنش لازم
نیست بجهة اینکه هیچیک از اینها در مقدار فشار مداخلت
ندارند و بنابر آنچه مذکور شد مقدار آن فشار مساوی است
بوزن ستونی از مایع که قاعده آن یکذرع مربع و ارتفاع آن
دو ذرع باشد و بجهة محاسبه این وزن بخاطر میآوریم
که حجم چنین ستونی مساوی است بدو ذرع مکعب و چون
وزن یکذرع مکعب آب سیصد و سی و سه من است پس مقدار
فشار وارد بر قعر ظرف ۶۶۶ من خواهد بود

۳ـ فشار وارد بر اطراف ظروف ـ

افقی

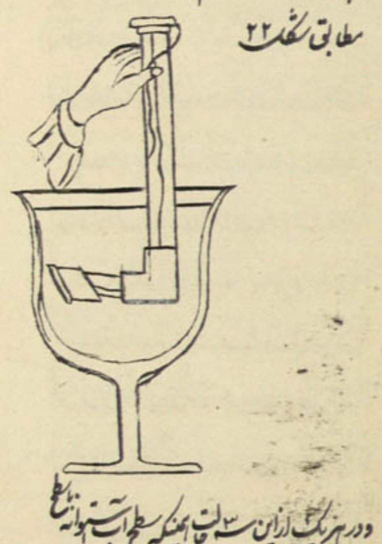
فرض میکنیم که ظرفی مملو از آب باشد واضح است که اگر
سطح اطراف آن منفذی قرار دهند و لوله بآن متصل نمایند
آب ظرف در لوله داخل شده صعود مینماید و بجهة اینکه آب
از ظرف داخل لوله میشود لازم است که بر آن فشاری وارد
آید پس اگر آن منفذ در سطح اطراف ظرف قرار داده نشده
بود همان فشار بر آن جزء ظرف فشاری وارد میآید و آن
فشار قابل است که ستونی از مایع را بارتفاع سطح آب
منبع صاعد نماید و بنابراین فشاری که بر جزئی از سطح اطراف
ظرف وارد میآید مساوی است بوزن ستونی از مایع
که قاعده اش آن جزء سطح باشد و ارتفاعش بعد مرکز آن
جزء از سطح آب منبع و در حالتیکه سطوح اطراف ظرف
افقی نباشند فاصله را بجهة آن از مرکز فرض نمودیم که
جمیع نقاط آن از سطح آب منبع بیک فاصله نیستند

۴ـ فشار از تحت بفوق ـ فرض میکنیم

که ظرف مملو از آب شد استوانهٔ بلور مجوفی را که دو طرف آن
باز باشد مطابق این شکل

و در طرف تحتانی آن صفحهٔ بلوری که در شکل به م ن نشده شد
نگاه داریم بواسطهٔ ریسمانیکه از داخل استوانه عبور و باو
متصل گردیده است آنرا در جای خود نگاه داریم و این استوانه را
بطور قیام در ظرف آب داخل مینمائیم همینکه استوانه در آب
داخل شد میتوانیم ریسمان را رها کنیم بدون اینکه صفحهٔ بلور بیفتد
پس واضح است که جهة برجا ماندن این صفحه فشاری از
دز

تحت بفوق باید بر آن وارد آید و بجهة تعیین مقدار
فشار با کمال احتیاط آب در استوانه میریزیم و چون سطح
داخل برابر سطح آب خارج شد فی الفور صفحه از قعر استوانه
جدا میشود و در قعر ظرف میافتد و همین تجربه را میتوان با استوانه
بجا آورد که صفحهٔ آن قائم باشد موافق شکل ۲۱ و یا مایل
مطابق شکل ۲۲



و در هر یک از این سه حالت همینکه سطح آب استوانه با سطح

مایع ظرف برابر شد صفحهٔ بلوری جدا میشود پس در هر
یک از این حالات فشار وارده بر آن مساوی است
بوزن ستونی از مایع که قاعدهٔ آن صفحه و ارتفاع
آن ارتفاع سطح مایع ظرف باشد

۵ – در اثر فشار آب در اجسام غوطه‌ور

از آنچه مقدم شد نتیجه میشود که چون جسمی در آب فرو رود
فشاری از اجزاء آب که در بالای جسم واقع است بر آن
جسم وارد میآید و از تحت بفوق فشاری معادل آن جسم را
بحالت تعادل نگاه میدارد و همین نوع فشارات از
اطراف نیز بر جسم وارد میآیند بطوریکه جسم غوطه‌ور در تمام
سطح خود همانطور که جسمی در میان قیدی از همه جهات
فشار ببیند فشرده میشود و هر قدر فاصلهٔ جسم غوطه‌ور
از سطح مایع زیادتر باشد فشار وارده بر آن نیز بیشتر
شود. در عمق هزار ذرع هر جسمی در هر ذرع مربع سطح خود
فشاری

فشاری می‌بیند تقریباً معادل ۳۴۰۰۰ خروار
و غالباً دیده شده که چون میزان الحراره را در دریا بجهت
تعیین حرارت طبقات عمیق آب فرو بریم پس از بیرون
آمدن تغییر شکل پیدا نموده و بلکه غالباً میشکند و بجهت حفظ
آن باید در جوف استوانهٔ فلزی او را محفوظ نمود و اگر
آلت با استوانهٔ محیطیه‌اش زیاد در آب فرو رود و ارتفاع
ستون آبی که بالای اوست زیاد شود ممکن است
که استوانهٔ فلزی نیز خورد شود

۶ در باب فشار دیگر در قعر آب بر بدن ماهی وارد میآید

چنانچه در نمرهٔ سابقه مذکور شد بر اجسام غوطه‌ور فشار زیاد
وارد میآید و بالطبع باید بخیال افتاد که با وجود چنین فشاری
چگونه حیوانات آبی در قعر دریا تاب میآورند غالب در هزار
ذرع عمق ماهی گرفته‌اند و در اینفاصله بر هر گرهٔ مربع سطح

۶ آخذ از فشار وارد میآید و ماهی بدون صدمه و در کمال آزادی در این عمق حرکت میکند و زنده که مینماید

۷ — دو ظروف مؤثره

— در ظروف چون قطعهٔ از اطراف ظرفی را که ممتلی از مایعی سوراخ نمائیم فشاری که از آن مایع بر نقطهٔ مقابل آن مجری وارد میآید باعث حرکت جسم میشود مثلاً اگر ظرفی فرض کنیم ممتلی از آب که بریسمانی مانند شاقول آویخته شده باشد و در یکطرف آن مجرائی باشد که در حال ضرورت بتوان باز نمود واضح است که چنین شاقولی در استاد به عمود قائم قرار خواهد گرفت حال اگر مجری را باز کنیم تا آب ظرف بیرون جسم متحرک میشود و در جهت مقابل جریان آب حرکت میکند و از استاد قائم مطابق این شکل

خارج میگردد

سبب این فقره اینست که در اول چون مجری مسدود است فشار وارده بر دهانهٔ مجری با فشار نقطهٔ مقابل تعادل مینماید و تعادل این دو فشار در هر دو نقطهٔ متقابله از لوازم سکون جسم اند و چون مجری باز شود فشار آن نقطه معدوم گردد و بنابراین فشار نقطهٔ مقابل جسم را متحرک مینماید

۸ — تورنیکه یا فرفرهٔ آبی

— و آن ظرفیست ممتلی از آب که در طرف فوقانی و تحتانی آن دو نوک قرار داده اند بطوریکه باعانت آنها در حول محور خود حرکت مینماید و در ظرف تحتانی این ظرف دو لوله قرار داده اند که نوک آنها باریک و خمیده اند ولی چنانچه در این شکل ظاهر است

امتداد سر نوک این لوله متوازی در خلاف جهت ممتد گشته‌اند
و واضح است که اگر این لوله مسدود باشند ظرف مفروض در حالت
سکون خواهد ماند و حال آنکه اگر سر لوله را باز نماییم ما آب
ظرف جاری گردد نحوی آن ظرف در جهت مخالف جریان آب حرکت
دفعیه نماید و سبب این فقره این است که چون سر لوله باز شده بود
فشار وارده بر دهانه آنها معدوم و بنابراین فشار نقطه
مقابل باعث حرکت آن جسم میگردد و واضح است که اگر جهت امتداد
سر نوک لولهای مفروض یکی میبود سر فشار وارده بر نقاط
ت و ج اثر یکدیگر را خنثی مینمودند و آنوقت فرفره بحالت
سکون میماند

٩ — **پارادکس مائی** — هرگاه ظرفی ممتلی از
آب فرض کنیم که در طرف اعلای آن لوله طویل تنگی نصب کرده
باشند واضح است که اگر آن لوله را از آب ممتلی نماییم فشاری
که بر قعر ظرف وارد میآید باعث شکستن ظرف میگردد چنانچه اگر
آنی

فرض کنیم سطح قعر ظرف دو ذرع مربع باشد و ارتفاع آب لوله
ده ذرع بنابر آنچه مذکور داشته‌ایم فشار وارده بر قعر ظرف
مساوی خواهد بود با وزن ستونی از مایع که حجم آن
حاصل ضرب دو ذرع مربع است در ده ذرع یعنی ۲۰ ذرع مکعب
و چون وزن هر ذرع مکعب آب ۳۳۳ من است پس فشار
وارده بر قعر ظرف معادل ۶۶۶۰ من خواهد بود و واضح است
که ظرف طاقت چنین فشار را نخواهد داشت

فصل پنجم در اجسام مغمسه

١ — فشار مایعات بر اجسام مغمسه

چون جسمی در آب یا در مایعی فرو برند از آن مایع بر آن
جسم فشاری وارد میآید

در جهت فوقانی فشار وارده بر جسم مساوی است بوزن
ستونی از مایع که ارتفاع آن فاصله آن جسم باشد از سطح
آب و از طرف تحتانی فشاری از تحت بفوق بر جسم وارد میآید

که معادل است با وزن ستونی از مایع که ارتفاع آن بقدر
قطر عمودی جسم از ارتفاع ستون اول بزرگ‌تر است
و از اطراف فشارهای مخالف متساوی الاثر یکدیگر را
خنثی مینمایند مثلاً فشاریکه از سمت یمین بر جسم وارد میآید
با فشار سمت یسار تعادل میکند و فشار مقدم فشار مؤخر را
معدوم مینماید ولی فشار از تحت بفوق بواسطهٔ فشار از
فوق بتحت معدوم نمیگردد بجهة اینکه جزء سفلی جسم پایین
تر است و بنابراین فشار از تحت بفوق کمی زیادتر از فوق
بتحت است و از اینقرار تفاضل ما بین این دو فشار فشاری خواهد
بود از تحت بفوق بطوریکه اثر آن یعنی اثر تمام فشارهائیکه
بر جسم وارد میآید اینست که جسم را سبک میکند و یکی از
علمای عهد قدیم ارشمیدس مهندس اول کسی است که مقدار
این فشار از تحت بفوق را که معروف است بوسیله تعیین نمود

۲- اثبات قضیهٔ ارشمیدس بتوسط تجربه

فرض

فرض میکنیم دو استوانهٔ فلزی که یکی از آنها ا و دیگری ب
باشد مطابق این شکل



استوانهٔ اول ا مجوف و حجم داخل آن مساوی است با حجم
خارجی استوانهٔ ب که مصمت است یعنی که استوانهٔ ب
میتواند در استوانهٔ ا داخل و آنرا کاملاً ممتلی نماید بعد با [illegible]

قلاب استوانهٔ مصمت را در تحت استوانهٔ مجوف و تمام آن
دو استوانه را در تحت کفهٔ ترازوی میاویزیم و در کفهٔ دیگر
آنقدر وزنه قرار میدهیم که هر دو کفه بحالت تعادل باشند
و چون تعادل حاصل شد استوانهٔ مصمت را در ظرف شیشهٔ
د که محتوی از آبست فرو میبریم میبینیم تعادل بر هم میخورد
و کفهٔ که وزنها در اوست بپایین میاید پس از همینجا معلوم
میشود که استوانهٔ مصمت همینکه در آب فرو رفت بواسطهٔ
پوسه از تحت بفوق وزنش سبک شد و حال مقصود
تعیین مقدار پوسه است و بجهة تعیین استوانهٔ مجوف
ا را از آب ممتلی مینماییم و چون پر شد هر کفه بحالت تعادل
معاودت میکنند پس آن مقداری که از وزن استوانهٔ ب
کم شد پوسه مساوی است بوزن آبیکه در استوانهٔ مجوف
ریخته ایم و چون حجم داخل استوانهٔ مجوف مساوی است بحجم
استوانهٔ مصمت پس معلوم میشود که بواسطهٔ فرو رفتن در آب
از وزن

از وزن استوانهٔ مصمت وزن همان حجم آب کم میشود
و یا بعبارت دیگر مقدار پوسه مساوی است بوزن مقدار
آبی که جسم قایم مقام آن شد

همین نتیجه با مایعات دیگر نیز دست میاید و در حسب طبیعت
مایع جسم زیاد یا کم سبک میشود پس بطور کلی باید گفت
که چون جسمی در مایعی فرو رود فشاری از تحت بفوق
بر آن جسم وارد میاید که مساوی است بوزن آن مقداری از
مایع که جسم قایم مقام آن شده و چون اثر این پوسه سبک
نمودن جسم است اغلب این قاعده را باین عبارت نیز بیان میکنند
و چون جسمی در مایعی فرو رود بقدر وزن آن مقدار از مایعیکه
جسم قایم مقام آن شده از وزن جسم کم میگردد و قاعدهٔ
ارشمیدس همین است

۳ — همه کس بواسطهٔ تجربهٔ شخصی خود فهمیده است که در آب
میتوان اجسام بسیار ثقیل را حرکت داد و حال آنکه اگر همان

اجسام در خارج آب بعضی ممکن نبود حرکت دادن آنها و قاعدهٔ
ارشمیدس اینمطلب را توضیح میکند مثلاً فرض میکنیم که حجم
قطعهٔ سنگی ۳۱۹ کرهٔ مکعب باشد و وزن آن در خارج آب
اگر ۵۰ من باشد حرکت دادن آن با قوای ما ممکن نیست و اگر آن
این جسم را در آب فرو بریم وزن آنمقدار آبیکه این جسم قایم مقام
آن میشود ۲۶ من خواهد بود پس اختلاف مابین این دو عدد
مقدار قوتیست که باید بجهة حرکت دادن سنگ در آب
استعمال نمود پس بواسطهٔ ارشمیدس وزن این جسم تقریبا نصف
وزن اول خود خواهد بود

چون با دلو آب از چاه بالا کشیم محسوس است که تا دلو در میان
آبست طناب سهلتر پیچیده میشود و بلکه بجهة پیچیدن طناب
هیچ قوتی لازم نیست سبب اینست که اختلاف مابین
وزن دلو و وزن همانقدر آب تقریباً صفر است و چون دلو
از آب بیرون آید تمام وزن آن در طناب اثر میکند و آنوقت
بجهة

بجهة پیچیدن طناب قوت لازم است

۴- آلت سباحهٔ ماهیان — وقتیکه جسمی کاملاً
در آب فرو رفته باشد و وزن آن مساوی باشد با وزن
همقدار آبیکه قایم مقام آن میشود این جسم صعود خواهد نمود
و نه نزول بجهة اینکه وزن این جسم او را بسمت قعر میکشاند و
حال آنکه بوستهٔ مایع میل دارد که جسم را در روی آب بیاورد
و چون وزن و بوسته متساوی اند جسم در میان آب بحالت
تعادل قرار میگیرد و در نظر اول چنین مینماید که ماهی نیز
در اینحالت باید باشد بجهة اینکه میتواند خود را بحرکت در میان
آب نگاهدارد و در اینصورت وزن آن باید مساوی با وزن آب
مایع باشد و اگر چنین است چگونه ماهی میتواند بسطح آب بیاید
و یا از سطح آب بقعر گاه خود که غذا در میان نباتات دریائیست برای جستجو کند

اینعمل بواسطهٔ آلت مخصوصی مجری میشود که بسیار غریبست و بواسطهٔ

این آلت ماهی میتواند وزن حجم خود را تغییر دهد بجهت صعود و
هبوط و آن آلت را شانهٔ سباحه گویند

این آلت عبارت از شانه‌ایست شفاف و بسیار دقیق و اغلب
آنها بواسطهٔ منطقهٔ از وسط بدو جزء قسمت شده‌اند و مملو اند
از هوا بنا بمیل حیوان شانهٔ سباحه منبسط و منقبض میشود و
چون منبسط گردد ماهی بدون تغییر وزن حجیم‌تر میشود و بنا
براین بمقداری آب زیادتر از سابق دفع میکند پس مقدار
بوسه در آن بیشتر اثر میکند و ماهی را بالا میاورد و چون
این آلت منقبض گردد بدون تغییر وزن حجم کمتر میشود و بنابراین
بوسه کمتر میگردد و حیوان نزول مینماید و تمام ماهیان دارای
آلت سباحه نیستند و بسیاری از آنها همواره در قعر آب
زندگی میکنند و هرگز بسطح نمیایند

٥ — **اجسام شناور** — چون جسمی در آب فرو
رود وزن آن جسم را بسمت قعر ظرف میکشاند و بوسهٔ مایع میل دارد

که جسم

که جسم را بسمت سطح آب حرکت دهد پس اگر وزن جسم
بزرگتر از بوسهٔ مایع باشد جسم بقعر ظرف خواهد افتاد و اگر
وزن جسم مساوی بوسه باشد جسم در میان آن مایع خواهد ایستاد
و بالاخره اگر وزن جسم کمتر از بوسهٔ مایع باشد جسم در سطح
آب خواهد آمد مثلاً کشتی جهت اینکه در روی سطح آب میایستد
اینست که بوسهٔ مایع یعنی وزن مقدار آبیکه کشتی قائم
مقام آن میشود بزرگتر است از وزن آن و کلیهٔ مواد ثقیله را
میتوان بشکلی درآورد که در سطح آب شناور گردند مثلاً یک قطعه
آهنی که ٥٠ من وزن داشته باشد چون مقدار آبیرا که قائم
مقام آن میشود با او بسنجیم واضح است که بوسه از ثقل او
کمتر است از وزن آن و از اینقرار قطعهٔ آهن در آب فرو خواهد
رفت ولی اگر فرض کنیم که قطعهٔ آهن را بواسطهٔ شکستن ورقه و
از آن صندوقی سازند که مثلاً یک ذرع مکعب حجم داشته باشد
واضح است که آن صندوق در آب فرو نخواهد رفت بجهة اینکه

اگر اینصندوق را در آب فرو بریم جای یکذرع مکعب آب را خواهد
گرفت و بنابراین مقدار بوسه وزن یکذرع مکعب آب یعنی
۳۳۳ من خواهد بود و چون وزن جسم ۵۰ من است واضح است
که بواسطهٔ بوسه ۳۲۳ منی جسم در سطح آب خواهد آمد

۶ـ چون جسم شناوری در سطح مایعی بحالت تعادل باشد
آنمقداری از جسم که در آب فرو رفته حجمی از آب را دفع نموده که وزن
آن مساوی کلی بوزن جسم است بجهة آنکه چون جسم بحالت تعادل است
باید وزن و بوسه متساوی باشند مثلاً قطعهٔ چوبی که ده من
وزن داشته باشد آنقدر در آب فرو خواهد رفت که وزن مقدار
آبیرا که چوب قایم مقام آن شده ده من باشد و اگر باین جسم نیز باری
اضافه نمایند قدری بیشتر در آب فرو خواهد رفت و باینمقدار
آبیرا که مجدداً دفع مینماید هم وزن خواهد بود با بار اضافه شده
و اینفقره در باب کشتی و قایق و سایر اجسام شناور نیز جاری است

۷ـ اثر طبیعت مایعات در اجسام شناور

مذکور

مذکور شد که جسم شناور آنقدر در مایعی فرو میرود که وزن
همانقدر از آن مایع مساوی وزن آن جسم گردد پس معلوم
میشود که هر چه مایع سنگین‌تر باشد جسم کمتر در او فرو میرود مثلاً
چوب در سطح آب اینکه بحالت تعادل ایستاده مقدار زیادی
از آن در آب فرو رفته و حال آنکه در سطح زیبق همان چوب هیچ جزو
فرو نخواهد رفت و اجسام ثقیله از قبیل سرب و آهن و مس نیز در
سطح زیبق شناور اند

تخم مرغ در آب شیرین فرو میرود و حال آنکه اگر آب زیاد شور
باشد در سطح آن شناور خواهد بود و کشتی هر قدر بار داشته باشد
بطور اطمینان در روی آب شور دریا سیر نماید ممکن است همینکه
داخل آب شیرین رودخانه گردید غرق شود و از اینجا معلوم میشود
که چه قدر املاح محلوله در آب دریا بجهة ملاحی مفید اند و در دریای
سدوم معروف است که انسان بدون حرکت در روی آب شناور است

۸ـ **شنا** — بدن انسان من حیث المجموع سبکتر است

از همان قدر است و بنابراین باید بالطبع در روی آب شناور
باشد ولی چه در دریا و چه در خارج آن همه تجربه شخصی خود
فهمیده است که انسان بدون تعلیم شنا کردن نمی‌تواند و سبب این است
که وزن بدن ما در جمیع نقاط یک اندازه نیست و نصف علیای
بدن سنگین‌تر است از نصف سفلی پس چون در سطح آب شنا کنیم
سر کم کم فرو می‌رود و پاها بالا می‌آید و چون بجهة تنفس هوا لازم است
باید سر ما همیشه از آب بیرون باشد والا خفه می‌شویم و اغلب
مردمانیکه می‌خواهند شنا یاد گیرند در نصف جلو بدن خود
قطعه‌های چوب پنبه می‌بندند تا سبکتر گردد و از حیثیت شناوری
حیوانات بر ما ترجیح دارند و شنای آنها طبیعی است نه
تعلیمی و سبب آن است که وزن بدن آنها در تمام نقاط تقریباً یکی است

۹ — **لنت** — بجهة اینکه جسم شناور در روی سطح
مایع بطوری شنا کند که حرکت آب آنرا زیر و بالا ننماید باید وزن
جزء غوطه‌ور آن جسم زیادتر باشد و مخصوصاً لازم است که نقطه اثر این

قوه

اختلاف وزن حتی‌الامکان پایین باشد مثلاً فرض می‌کنیم استوانه
چوبیرا که در سطح آب شناور است واضح است که این استوانه
از پهلو در آب فرو خواهد رفت و چون آب حرکت نماید استوانه
دوران می‌کند و از این پهلو بآن پهلو می‌گردد و واضح است که در
کشتی باید این فقره را منع نمود

برای مثلاً فرض می‌کنیم که بخواهیم استوانه چوبی مذکور را قایم
نگاه داریم در اینصورت کافیست که بطرف سفلای آن قطعه سنگ
یا قطعه فلزی ببندیم مشروط بر آنکه وزن آن زیاد نباشد
و در اینحالت استوانه قایم خواهد ایستاد و چون آب حرکت کند
استوانه نوسان خواهد نمود ولی به پهلو نمی‌افتد این قطعه سنگ
یا فلز را که محض سنگین نمودن طرف سفلای استوانه استعمال
نموده‌ایم لنت گویند و جمیع آلاتیکه در علم فیزیک استعمال می‌کنند
و باید شناور باشند صاحب لنت اند و در کشتی بارها را جائی قرار می‌دهند
که نزدیک بقعر کشتی است و در آنصورت آن بارها بمنزله لنت اند

وسنگین تر آنها را از زیر میگذارند و در صورتیکه وزن آن
بارها کافی نباشد ریگ و سنگ در کشتی میریزند و لت
کشتیهای جنگی اغلب شمشهای بزرگ چدن مینهند

فصل ششم در وزن مخصوص اجسام

۱ در باب اختلاف وزن اجسام در حجم واحد

واضح است که نمیتوان گفت یکمن سرب سنگین تر از یکمن
چوب پنبه ولی بجهة اینکه قطعه سربی یکمن باشد بحجم صغیری از آن
لازم است و وقتی گوئیم سرب سنگین تر است از چوب پنبه مقصود
یکواحد حجم از آنهاست مثلاً یکذرع مکعب سرب تقریباً ۳۰۰۰
من وزن دارد و حال آنکه یکذرع مکعب چوب پنبه وزنش بیش
از ۸۰ من نیست و این فقره یعنی اختلاف وزن در حجم واحد را
بطور مختصر باین عبارت بیان کنند که فلان جسم از فلان جسم
سنگین تر است و وقتی گوئیم جسمی کثیف است یعنی ذرات آن بیکدیگر
نزدیکترند و همین قرب ذرات است که در حجم واحد باعث ازدیاد
وزن

وزن میشود و اگر شدت و ضعف کثافت را در تمام اجسام بخواهیم بنظر
بدقت آنها را ملاحظه نمائیم معلوم میشود که هر جسمی تا درجه مخصوصی
کثیف است و اختلاف کثافت آن اجسام در حجم واحد گاهی
قوی تر و گاهی شدیدتر است و در درجه انتهای آن اختلاف از
طرفی بخار هیدروژن است که اخف جمیع اجسام و از طرف
دیگر طلای عیندی که کثیف ترین آنهاست مثلاً یکذرع مکعب هیدروژن یک
مثقال وزن دارد و یکذرع مکعب طلای عیندی ۷۰۰۰
من یعنی ۲۴۵۰۰۰ برابر خیال کرده ما بین این دو حد جمیع اجسام
واقعند و هر یک وزن مخصوص خود دارند

۲ کثافت و وزن مخصوص

بجهة اینکه وزن مواد مختلفه را در حجم واحد بسنجیم لازم است
مقیاسی در دست داشته باشیم و بهترین مقیاس جمیع آنها از آب بدست میاید
که ماخذ واحد وزن فرانسه نیز آب است پس فرض میکنیم که
جمیع مواد جامد بشکل مکعب تراشیده شده باشند و جمیع مواد

مایعه را نیز بقدر همان مکعب حجمشان از اندازه گرفته باشند
پس تمام این اجسام را با ترازو می سنجیم و می بینیم که شلا وزن
سرب ۱۱ برابر بیشتر است از همان حجم آب و طلای ۲۳ برابر و آهن
۷ برابر و غیره و جمیع اجسام سبکتر از آب آنهائی خواهند بود
که وزن یکگره مکعبشان کمتر از ۳ سیر و ۴ مثقال باشد یعنی
وزن همان حجم آب مثل چوب پنبه که ۲۴۰ هزار یک آب و الکل
که ۸۰۶ هزار یک آنست پس میتوان گفت که در حجم واحد سرب
یازده برابر سنگین تر است از آب و طلای بیست و سه ۲۳ و آهن ۷
برابر و وزن حجم واحد چوب پنبه $\frac{240}{1000}$ آب و الکل
$\frac{806}{1000}$ آن وزن دارد و این اعداد ۱۱ و ۲۳
و ۷ و ۲۴۰ و ۵ و ۸۰۶ را وزن مخصوص و یا
کثافت آن اجسام نامیم پس وزن مخصوص یا کثافت جسم عددیست
که بیان میکند چند مرتبه جسم منظور در حجم واحد سنگین تر یا
سبکتر است از آب

استعمال ۲

۳ در قاعدهٔ ارشمیدس بجهت تعیین وزن مخصوص اجسام

بجهت تعیین وزن مخصوص اجسام چنانچه در نمرهٔ سابقه ذکر
شد لازم است آنها را باشکال هندسی مثل مکعب تراشید بلکه
چون چنین عمل اگر محال نباشد بسیار مشکل است لهذا از روی
قاعدهٔ ارشمیدس اوزان مخصوصهٔ اجسام را تعیین مینمایند
از اینقرار که چون بجهت تعیین وزن مخصوص جسمی باید مشخص نمود
که جسم مفروض چند مرتبه در حجم مساوی از آب سنگین تر است پس
باید دو عدد تعیین کرد یکی وزن جسم و دیگری وزن همان حجم آب
و عدد اول را بر عدد ثانی قسمت نمود و خارج قسمت ثقل وزن
مخصوص جسم مفروض است

فرض میکنیم که شلا بخواهیم وزن مخصوص سرب را تعیین کنیم پس قطعهٔ
سربی را بهر شکل که باشد اختیار میکنیم و آنرا در تحت کفهٔ ترازوی
ارشمیدس با جانب ریسمان باریکی میآویزیم و در کفهٔ دیگر آنقدر

وزنه قرار دهیم که تعادل حاصل شود فرض میکنیم که مثلا ۱۴۰
مثقال شد حال اگر قطعهٔ مرمر را در ظرف آبی فرو بریم همان
طور که در باب قضیهٔ ارشمیدس مذکور شد ترازو از حالت
تعادل خارج میشود کفه که شامل وزنهاست پائین میآید و
بجهة برقرار کردن حالت تعادل باید در آن کفه که مرمر در تحت
او معلق است وزنها قرار دهیم مثلا فرض میکنیم که تعادل بواسطهٔ
وزنهٔ پنجاه مثقالی حاصل شد و بنابر آنچه قبل مذکور شد
این ۵۰ مثقال که از وزن جسم کم میشود وزن همان مقدار آبیست
که جسم قایم مقام آن شد یعنی وزن همان حجم آبیست که بواسطهٔ
اینمعنی وزن قطعهٔ مرمر و وزن همانقدر آب معین شده
و چون ۱۴۰ را بر ۵۰ تقسیم نمائیم خارج قسمت ۲٫۸ وزن
مخصوص مرمر خواهد بود

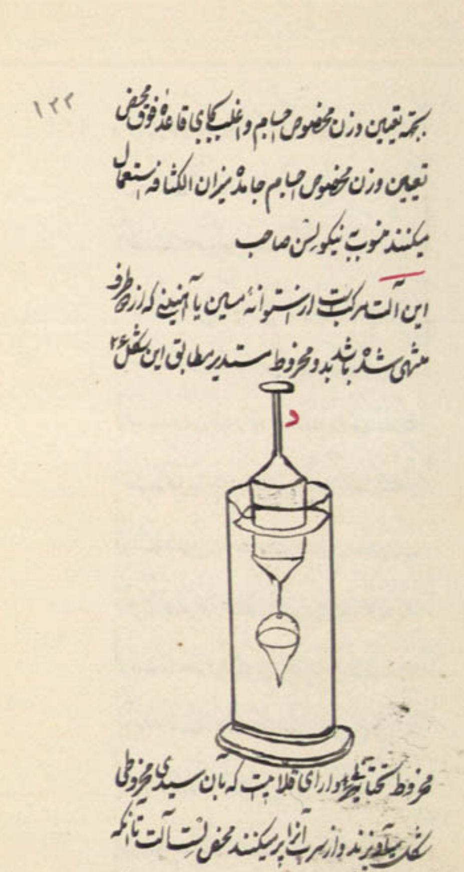
۴ — میزان الکثافهٔ نیکولس صاحب —

میزان الکثافه عبارت از آلتی است که استعمال میکنند

بجهة

بجهة تعیین وزن مخصوص اجسام و اغلب بجای قاعدهٔ فوق محض
تعیین وزن مخصوص اجسام جامده میزان الکثافه استعمال
میکنند منسوب به نیکولسن صاحب

این آلت مرکب است از استوانهٔ مسین یا آهنینی که از دو طرف
منتهی شده باشد بدو مخروط مستدیر مطابق این شکل ۲۶



مخروط تحتانی مجوف دارای قلابیست که بآن سبدی مخروطی
شکل میآویزند و از سرب آنرا پر میکنند محض ثبات آلت تا آنکه
میزان الکثافه بحالت قیام در آب قرار گیرد مخروط فوقانی

دارای میله باریکی است که منتهی بکفه شده است و در روی
آن میله نقطهٔ مخصوص نشان شده است و این نقطه را
نقطهٔ ارتماس گویند و در وقت استعمال آلت باید قسمی نمود
که این نقطه در سطح آب واقع شود یعنی که تمام آلت تا این نقطه
در آب فرو رفته باشد فرض میکنیم که آب خالص ۴ درجه موجود
باشد آلت را در آن فرو بریم و آنقدر در روی کفهٔ آن یا در
سبد تحتانی اجسام وزنیه قرار دهیم که آلت تا نقطهٔ ارتماس
در آب فرو رود

فرض میکنیم که بخواهیم وزن مخصوص سرب را معین کنیم در کفهٔ
فوقانی یک قطعهٔ سرب قرار میدهیم مشروط بر آنکه آنقدر سنگین
نباشد که آلت تا نقطهٔ ارتماس فرو رود و پس از آن آنقدر
براده سرب در آن کفه بریزیم که بمیزان الکفافه تا نقطهٔ ارتماس
فرو رود پس از آن سرب را برمیداریم و بجای آن وزنهای نشان
دار قرار میدهیم تا مجدداً آلت مثل اول تا نقطهٔ ارتماس فرو رود

وزن

و فرض میکنیم که مقدار آن وزنهای نشان دار چهل و دو
مثقال باشد واضح است که این ۴۲ مثقال وزن قطعه سرب
خواهد بود بجهة اینکه از طرفی براده سرب و قطعهٔ سرب و از طرف
دیگر همان براده و وزنهٔ ۴۲ مثقال آلت را یک اندازه فرو
برده اند و از آنچه مذکور شد معلوم میشود که عمل اول یعنی
تعیین وزن جسم بجا آورده شد پس حال باید وزن همان نقدر
آب را معین نمائیم پس بجهة اینکه وزنهٔ ۴۲ مثقالی را از کفهٔ
اعلا برداشته براده سرب را بحالت خود میگذاریم و سرب را در
سبد تحتانی برده آلت را در آب فرو میبریم و بنا بر قضیهٔ ارشمیدس
از سرب وزن همان حجم آب کم میشود و آلت تا نقطهٔ ارتماس فرو
نمیرود پس در کفهٔ فوقانی آنقدر وزنهٔ نشان دار قرار میدهیم
که آلت تا نقطهٔ ارتماس فرو رود و فرض میکنیم که ده مثقال وزنه
داده ایم واضح است که این ده مثقال وزنی است که از سرب کم
میشود یعنی وزن همان حجم آب

پس بواسطه عمل اول معلوم میشود نمودیم ۲۴ مثقال وزن
قطعه سرب را و بواسطه عمل ثانی ده مثقال یعنی وزن هم حجم آب
بدست آمد و چون ۲۴ را بر ده قسمت کنیم خارج قسمت ۲۸ر۲
وزن مخصوص خواهد بود
اگر جسم سبکتر از آب باشد آنرا با ریسمانی به سبد تحتانی ببندند
تا بسطح آب نیاید

وزن ۷

۵ — در قاعده تعیین وزن مخصوص اجسام مایعه

چون شیشه خالیرا در کفه ترازوی قرار داده در کفه دیگر آنقدر
براده سرب بریزیم که تعادل حاصل شود و پس از آن آنرا از مایعی که
مقصود تعیین وزن مخصوص او است مملو نمائیم از دیاد وزن
آنمقدار از مایع خواهد بود که حجمش بقدر ظرفیت داخل شیشه
باشد حال اگر شیشه را خالی نموده آب خالص در آن بریزیم و دوباره
بسنجیم وزن همانقدر آب نیز بدست میآید و در اینصورت

خارج

خارج قسمت تقسیم وزن اول بر وزن ثانی وزن مخصوص
مایع مفروض خواهد بود

جدول وزن مخصوص بعضی اجسام

الماس	۳ر۵۳	چوب سفیدار	۰ر۳۸
آهن	۷ر۷۹	چوب کاج	۰ر۶۶
برنج	۸ر۳۹	چوب نارون	۰ر۸۰
بلور طبیعی	۲ر۶۵	چینی	۲ر۲۴
چدن	۷ر۲۱	ذغال سنگ	۱ر۳۲
چوب پنبه	۰ر۲۴	روی	۶ر۸۶
چوب سرو	۰ر۶۰	سرب	۱۱ر۳۵
سنگ سماق	۲ر۷۰	قلع	۷ر۲۹
سنگ گچ	۲ر۳۳	مرجان	۲ر۶۸
شیشه	۲ر۵	مرمر سفید	۲ر۸۷
طلا	۱۹ر۳۶	مرمر متعارفی	۲ر۸۴

طلای عیند	۲۳ر۵۵	مس	۸ر۷۹
عاج	۱ر۹۲	نقره	۱۰ر۴۷
فولاد	۷ر۸۱	یخ	۰ر۹۳

اجسام مایعه

آب دریا	۱ر۰۲	روغن تربانتین	۰ر۸۷
آب مقطر	۱ر۰۰	روغن زیتون	۰ر۹۱
اتر کوکردی	۰ر۷۱	زیبق	۱۳ر۵۹
الکل	۰ر۸۰	شراب	۰ر۹۹
جوهر کوکرد	۱ر۸۴	شیر	۱ر۰۳

۶ . در قاعدهٔ وزن جسم در صورتیکه معلوم باشد حجم و وزن مخصوص

قطعهٔ آهنی ۸۵ کرهٔ مکعب حجم دارد و وزن مخصوص آن
از روی جدول فوق ۷ر۷۹ است یعنی وزن آن چه قدر است
وزن مخصوص ۷ر۷۹ بینماید که در حجم واحد آهن ۷ر۷۹

برابر آبست و چون یکگرهٔ مکعب آب ۳ر۲۵ سیر است
پس در یکگرهٔ مکعب آهن ۳ر۲۵ × ۷ر۷۹ خواهد بود
یعنی ۳ ۲۵ سیر و بنابراین وزن قطعهٔ آهن ۳ و ۲۵
در ۸۵ یعنی ۷ر۵۴۳ من خواهد بود پس بجهة تعیین وزن جسم
باید حجم آنرا در وزن مخصوص آن و حاصل را در وزن یکگره
مکعب آب ضرب نمود

فایده و محل استعمال این قاعده بسیار واضح است بجهة
اینکه غالب اجسام در حجمهای کثیره آنقدر وزین‌اند که بلاواسطه
با ترازو نمیتوان وزن آنها را معین نمود مثلا وزن دیوار
یا ستون مرمر یا حمایل را چگونه میتوان معین نمود و حال
آنکه بقاعده که ما در دست داریم اگر جسم صاحب شکل منتظم باشد
میتوان وزن آنرا معین نمود بعینه مثل اینکه آنرا با ترازو
کشیده باشند و بجهة اینکار با عانت قواعد هندسیه از روی
ابعاد جسم حجم آنرا معین نمایند و آنرا در وزن مخصوص جسم

۲۰ چهل را در ۲۵ ر۳ سیر ضرب کنند تا وزن آن جسم تشخیص
گردد و بنا براین واحد طول قایم مقام ترازو و بجای تعیین
تعیین طول بعضی از خطوط جسم کافیست

۷ـ در قاعدهٔ تعیین حجم در صورتیکه معلوم باشد وزن و وزن مخصوص

گلولهٔ سربی ۱۷ من وزن دارد و وزن مخصوص آن
۸۴ ر۲ است تعیین کنند حجم آنرا

وزن مخصوص ۸۴ ر۲ مینماید که در حجم واحد سرب ۸۴ ر۲
دفعه سنگین ترست از آب و چون یکگرهٔ مکعب آب ۲۵ و ۳ سیر
وزن دارد پس یکگرهٔ مکعب سرب ۲۵ ر۳ × ۸۴ ر۲ یعنی
۲۳ ر۹ سیر وزن خواهد داشت بنا براین عدهٔ دفعاتیکه
اینوزن ۲۳ و ۹ در ۱۷ من شامل است حجم گلوله خواهد بود
بحساب گرهٔ مکعب پس گلوله خارج قسمت تقسیم بر عدد مذکور است
یعنی بجهة تعیین حجم جسمی باید حاصل ضرب وزن آن در ۲۵ و
۹۳۳ ر۱

و ۳ سیر را بر وزن مخصوص او قسمت نمود

۸ـ در تعیین وزن مخصوص جسم در صورتیکه معلوم باشد وزن و حجم آن

ستونی از سرب سفید ۵ ۳ و ۹ من وزن دارد و حجمش ۶ ر۱
گرهٔ مکعب است تعیین کنند وزن مخصوص آنرا چون وزن
یکگرهٔ مکعب آب ۲۵ و ۳ سیر است پس آنقدر آبیکه حجمش بقدر
ستون سرب سفید باشد ۶ ر۱ × ۲۵ و ۳ سیر وزن خواهد داشت
یعنی ۱۵ ر۱۹۹ و وزن سرب سفید و آبرا در حجم واحد بدست
آوردیم و اگر اولیرا بر دومی قسمت کنیم خارج قسمت ۸۷ ر۱ و
وزن مخصوص سرب سفید خواهد بود پس بجهة تعیین وزن
مخصوص جسم باید وزن آنرا بر حاصل ضرب ۲۵ و ۳ سیر در
حجمش قسمت نمود

۹ـ میزان الأکالصد قیمتی کیلوسک صاحب

شراب یعنی آبست که حاصل میشود از انقلاب آب انگور و آن مخلوطیست

طبیعی از مواد ملونه و آب و مایع مخصوص قرار قابل اشتعالی
که مادهٔ عامله شراب است بواسطهٔ عمل تقطیر میتوان آن مایهٔ عامله را
از شراب جدا نمود و لیکن موافق آنکه عمل تقطیر درست بکار آورده
شده باشد یا نه مایهٔ عامله با مقداری آب همراه خواهد بود و در آن
صورت آنرا عرق نامند و بر حسب اینکه مقدار آب مختلف شود
آنرا عرق دو آتشه و سه آتشه نامند و در صورتیکه قریب بخلوص
باشد آنرا الکل گویند و در صورتیکه هیچ آب بدان آمیخته نباشد
آنرا الکل مطلق یا الکل خالص نامند و جمیع مشروبات الکلی
قوتشان بسته بمقدار الکل آنهاست پس لازم است که در اعمال
کارخانه بقاعده‌ای بتوان شدت و ضعف قوت الکل را
معین نمود و آلاتیکه بجهة این کار استعمال میکنند میزان الالکل گویند
الکل اخف از آب است پس جسم در این مایع بیشتر از آب فرو
میرود و هر قدر مقدار الکل زیادتر باشد جسم در آن بیشتر فرو میرود
و بنای میزان الالکل مبنی بر همین قاعده است

این آلت مرکب است از لولهٔ مجوف شیشه که طرف سفلای
آن حجیم و منتهی بمخزنی میشود که مملو است از زیبق یا ساچمه
که در حقیقت ثقل آلت است و این آلت را بطوری معین
کرده‌اند که آلت در الکل مطلق یکجا فرو میرود و در طرف
فوقانی لوله نشانی قرار داده و در کنار آن عدد صد را
ثبت نموده‌اند پس از آن مخلوطی از ۹۹ جزو الکل خالص و
یکجزو آب درست نموده آلت را در آن فرو برند و چون این مایع
اثقل است از الکل خالص پس آلت کمتر در آن فرو میرود و در
نقطهٔ ارتماس عدد ۹۹ را نویسند پس از آن مایعی ثانوی
ترتیب دهند که مشتمل باشد ۹۸ جزو الکل مطلق و دو جزو آب باشد
و میزان الالکل را در آن فرو برده و در کنار نقطهٔ ارتماس عدد
۹۸ را نویسند و همچنین رفته رفته مقدار الکل مطلق را کم کنند
و نقاط تقسیم ۹۷ و ۹۶ و ۹۵ وغیره را معین نمایند
تا آنکه در مرحلهٔ آخر آلت را در آب خالص فرو برده نقطهٔ ارتماس را

صفر نویسند

پس چنین آلتی بواسطه فرو رفتن در مایعی الکلی مقدار الکل آنرا
معین مینمایند مثلاً اگر آلت در عرق تا نقطه ۴۰ فرو رفت
معلوم میشود که آن مایع صاحب ۴۰ جزء الکل مطلق و ۶۰ جزء
آب و در اینصورت گویند که عرق ۴۰ درجه است پس این آلت کافیست
بجهة تعیین مقدار الکل شراب آلت را در آن فرو کنند علاوه در
که در نقطه از تماس نوشته شده بخوانند

فصل هفتم در قوای شعریه

١ — در آثار شعریه

— از جمله در مایعات
وجامدات آثاری چند بظهور میرسد که باصطلاح طبیعی آثار
شعریه نامند چراکه مخصوصاً این آثار در لوله های بروز میکنند
که قطر داخل آنها بسیار قلیل اند و باین مناسبت چنین لوله ها را
شعری گویند و آن قوه که باعث بروز این آثار میگردد قوه
شعری گویند

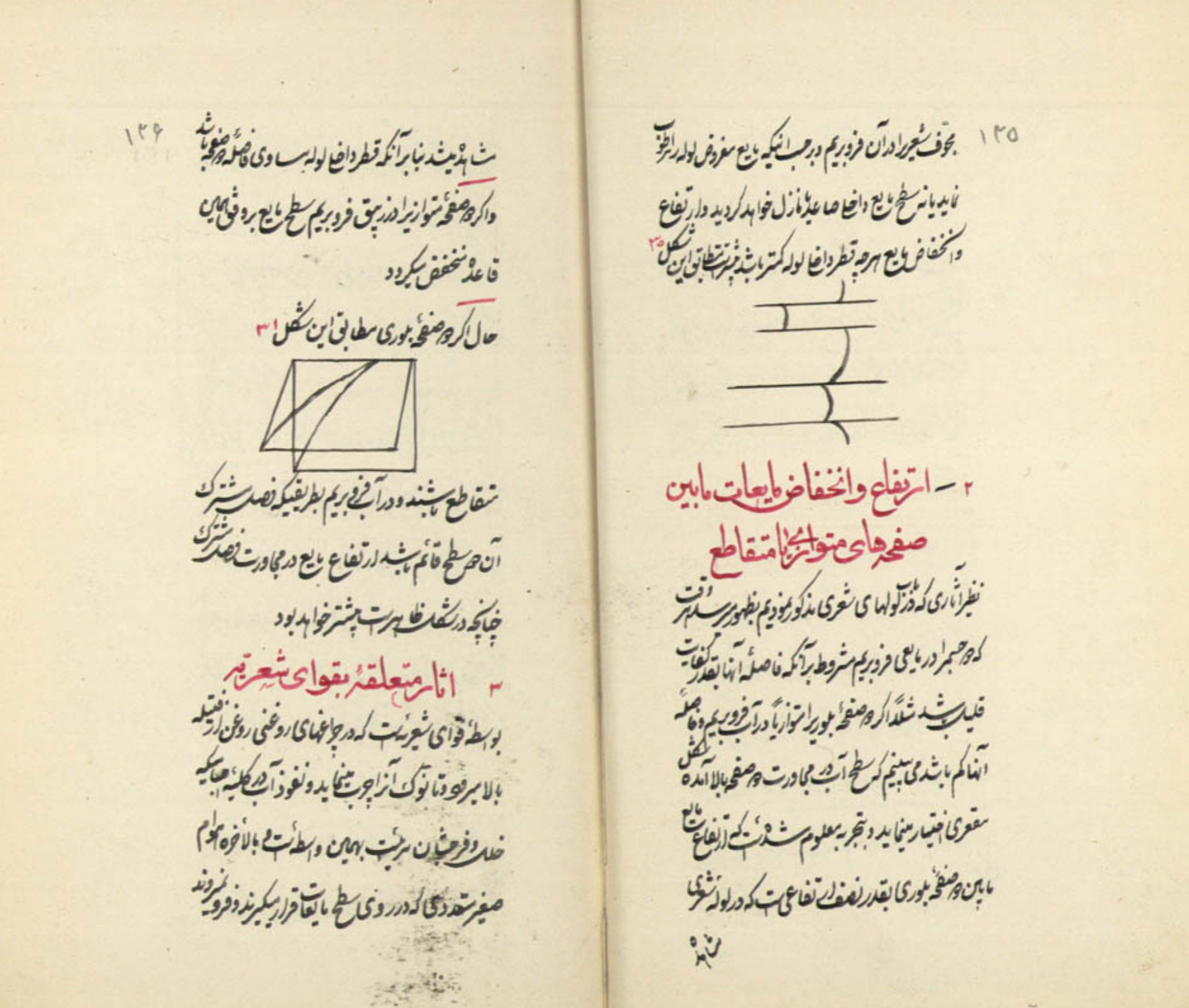
آثار

آثار شعریه بسیار مختلف اند و در هر حالت این آثار قوی واقع اند
و ما اصول آن آثار را ذکر میکنیم

چون جسمی را در مایعی فرو بریم که آنرا تر نماید مایع چنین
بنظر میآید که از متابعت قواعد موازنة المیاه خارج شده
در مجاورت جسم جامد بالا میآید و سطح آن عوض اینکه افقی
باشد تقعر میگردد مطابق این شکل ۲۸

و اگر بالعکس مایع مفروض جسم را تر نکند مثل
زیبق و شیشه در اینحالت عوض اینکه مایع مرتفع گردد منخفض
میشود و سطح مایع چنانچه در این شکل ۲۹ ظاهر است محدب میگردد

این آثار وقتی ظاهرتر میشوند که بجای جسمی مصمت لوله مویی



بخوف شعری را در آن فرو بریم در جنب اینکه مایع صعود در لوله را طی
نماید یا نه سطح مایع داخل حاصل علیحده نازل خواهد گردید و ارتفاع
و انخفاض مایع هرچه قطر داخل لوله کمتر باشد بیشتر است مطابق این شکل ۳۵

۲ — ارتفاع و انخفاض مایعات مابین صفحه‌های متوازی یا متقاطع

نظیر آثاری که در آن لوله‌های شعری مذکور نمودیم بظهور رسد هر وقت
که دو جسم را در مایعی فرو بریم مشروط بر آنکه فاصلهٔ آنها بقدر کفایت
قلیل باشد مثلاً اگر دو صفحهٔ بلور را متوازیاً در آب فرو بریم و فاصلهٔ
آنها کم باشد می‌بینیم که سطح آب در مجاورت دو صفحه بالا آمده شکل
مقعری اختیار می‌نماید و بتجربه معلوم شده است که ارتفاع مایع
مابین دو صفحهٔ بلوری بقدر نصف ارتفاعی است که در لولهٔ شعری

مشاهده

مشاهده شد بنابر آنکه قطر داخل لوله مساوی فاصلهٔ دو صفحه باشد
و اگر دو صفحهٔ متوازی را در زیبق فرو بریم سطح مایع بر وفق همان
قاعده منخفض می‌گردد

حال اگر دو صفحهٔ بلوری مطابق این شکل ۳۶

متقاطع باشند و در آب فرو بریم بطریقیکه فصل مشترک
آن دو سطح قائم باشد ارتفاع مایع در مجاورت فصل مشترک
چنانچه در شکل ظاهر است بیشتر خواهد بود

۳ آثار متعلقه بقوای شعریه

بواسطهٔ قوای شعریه است که در چراغهای روغنی روغن از فتیله
بالا می‌رود تا نوک آن را چرب می‌نماید و نفوذ آب در کلیهٔ جاهایی که
خلل و فرج دارند مرکب بهمین واسطه است و بالاخره اجسام
صغیر متعددی که در روی سطح مایعات قرار می‌گیرند فرو نمی‌روند

بواسطهٔ قوهٔ شعریت چرا که اطراف آنها بقسمی خلق شده اند
که همواره مادهٔ چربی آنها را پوشانیده و بنابراین تر نمیشوند
پس در جوار آنها مایع منخفض میگردد و با وجود وزن تحتانیات
بدن آنها فرو نمیرود و همانطور که آب در لوله ها بارتفاعی معین
نگاهداشته میشود

چون سوزنی را با کمال آرامی در روی سطح آب قرار دهیم مشروط
بر آنکه قبل از وقت آنرا چرب نموده باشیم بهیچوجه در آب
فرو نخواهد رفت و سبب همین قوهٔ شعریت

۴ — در پراکندگی مایعات و اسمز —

اختلاف فوری در مایع مختلفة الطبیعه را که وزن مخصوص
آنها مختلف باشد و ضعف و انفعال شیمیائی در آنها بروز نکند
پراکندگی مایعات نامیم

پراکندگی مایعات را میتوان بواسطهٔ تجربهٔ ذیل واضح نمود از
اینقرار که استوانهٔ طویل بلورینی را از آب پر میکنیم و از باریک

آب نباتی

آب نبات نمون مینمائیم و پس از آن مطابق این شکل ۳۲
قیف کردن بلندی را در آن داخل نموده
بآرامی جوهر کوکرد در آن میریزیم و چون
اینجسم مایع بجزء تحتانی استوانه داخل گردید
می بینیم که ابتدا از سمت قعر ظرف
مایع آبی رنگ قرمز میشود و پس از ۴۸
ساعت تمام مایع ظرف قرمز رنگ؛ بنابراین معلوم میشود
که جوهر کوکرد بسمت اعلای مایع ظرف پراکنده گردیده

پراکندگی هر جور مایعی را که بواسطهٔ غشائی آلی یا مانعی متخلخل و تخلخل
آلی از یکدیگر جدا شده باشند اسمز نامند

بجهت توضیح اینمطلب آلتی استعمال میکنند مرکب از مثانه که
با غشائی نواری دهانهٔ آنرا چنانچه در این شکل ظاهر است
بلولهٔ بلوری طویل متصل نموده اند و آن مثانه را از مایعی
سنگینتر از آب پر میکنند مثل آب صمغ و آنوقت آنرا

در ظرف آبی فرو میبرند و الکور دیده میشود که سطح مایع داخل لوله
مرتفع میگردد و سطح مایع اطراف آن منخفض میشود و بنابر این
معلوم میشود که مقداری از آب خالص در مثانه داخل شده
و با مایع محتوی در آن مخلوط گردیده و چون تا یکروز بگذرد می‌بینیم
که آب صاف اطراف مثانه نیز دارای طعم است پس معلوم میشود
که مقداری از مایع جوف مثانه نیز بیرون آمده با آب صاف
اطراف مخلوط گردیده و در اینحالت گویند مایعیکه حجمش افزوده
شده است آن اندسموز حاصل کرده و مایع دیگر اکزسموز یافته
جمیع مایعات قلیائی که در مواد نباتی محلول است آندسموزش
بیشتر است و در مواد حیوانی بیاض البیض همین حالترا دارد

۵ — عمل جذب نباتات — مایعات و املاحیکه در
نباتات موجود است بواسطهٔ اندسمز و قوهٔ شعری از ریشه‌ها جذب
میشوند و چون خون نباتی به نقاط علیای درخت رسید بواسطهٔ
جذب اجزاء خالص آن خون نباتی غلیظتر میشود و مجدداً بواسطهٔ اگز

اگزو

اندسمز نازل میگردد و صعود خون نباتی علاوه بر اینفقره
سبب دیگر نیز دارد و از اینقرار بواسطهٔ ترشحات بخاریه که در سطح
اوراق آنها میشود نقاط علیای نباتات خالی میمانند و خون
نباتی سعی میکند که آن فضاها را پر نماید

فصل هشتم در فشار کرهٔ هوا

۱ — کرهٔ هوا — هوا غیر مرئی است بجهة اینکه شفاف
و تقریباً بیرنگ است ولی اگر شعاع بصر از طبقهٔ ضخیمی از هوا عبور
نماید رنگ جزئی آن محسوس میشود و همانطور که مقدار کم آب
بیرنگ است مگر آنکه مقدار زیاد آن در دریا و در دریاچه‌ها و
رودخانه‌ها آبی یا سبز است هوا نیز در صورتیکه مقدار آن قلیل باشد
بیرنگ بنظر میآید و چون طبقهٔ از هوا چندین فرسخ قطر پیدا
کرد آبی بنظر میآید مثلاً وقتیکه از دور موضعی را ملاحظه کنیم تمام
اجزاء آن آبی رنگ بنظر میآید و آن رنگ هواست که مابین
چشم و آنمکان واقع شده و رنگ آبی آسمان بواسطهٔ رنگ هواست

که دور کرهٔ زمین را تا قریب ۱۵ فرسخ چهار هزار ذرعی احاطه نموده و موسوم است بکرهٔ هوا

۲ — در وزن کرهٔ هوا — مانند جمیع اجسام مادی هوا صاحب وزن است و بجهة خاطر جمع شدن از این مطلب کافیست که ظرف مملو از هوا را وزن کنیم و پس از آن هوای آنرا خارج نموده مجدداً ظرف را بکشیم در اینحالت دیده میشود که در حالت اول وزن ظرف بیشتر است و صعوبت اینعمل همان اخراج هوای آن ظرف است و بجهة اینفقره آلتی اختراع نموده اند معروف باسباب تخلیهٔ هوا و عنقریب شرح آنرا ذکر خواهیم نمود یک گرهٔ مکعب هوای خشک در حرارت صفر درجه یعنی حرارت یخ و در ۱۲ اگره فشار وزنش تقریباً یک نخود و نیم است

۳ — فشار هواء — از آنجائیکه هوا صاحب وزن است و علاوه بر آن ذراتش بنهایت متحرک‌اند لازم میاید که فشار در جمیع جهات آن منتشر گردد و مانند مایعات بر جسمی که در آن

که در آن غوطه ور شد فشار وارد آید پس بخاطر میاوریم که چون جسمی در مایعی غوطه ور شود از فوق بتحت و از تحت بفوق و از یمین بیسار و از یسار بیمین و کلیه از تمام اطراف فشار بر آن جسم وارد میاید و بهمین طور چون جسمی ببخاری غوطه ور باشد از جانب آن بخار بر آن جسم فشار وارد میاید و در حقیقت کرهٔ هوا بمنزلهٔ بحریست از بخار و ارتفاع آن چنانکه مذکور شد تقریباً ۱۵ فرسخ چهار هزار ذرعی است و بر بدن ما فشاری از کرهٔ هوا وارد میاید همانطور که بر بدن ماهیهائی در دریا فشار وارد میاید

۴ — قوهٔ ارتجاعیهٔ هوا — هوا مانند جمیع بخارات مایل است بر اینکه عظم حجم پیدا کند پس در او قوه ایست مخصوص که اثر آن در صورت عدم مانع افزایش حجم جسم است و در صورت وجود مانع بر آن فشاری وارد میاورد و میتوان آنرا شبیه کرد بفنری پیچیده که میل باز شدن داشته باشد

بلکه در اطراف او مانعی واقع باشد آن قدر با مانع فشار میدهد
و اگر مانع معدوم گردد باز میشود بنابراین اگر سپری که
مانع عظم حجم هواست معدوم کنیم حجم هوا افزوده میشود
و آن قوه را که در جمیع بخارات موجودست و از شش
عظم حجم آنهاست قوه ارتجاعیه بخارات نامیم

قوه ارتجاعیه هوا یکی از نتایج تراکم اوست و چنانچه قبلا مذکور
شد هرگاه هوا را باعانت پیستونی در لوله تراکم کنیم هوای
جوف آن سعی میکند که مجددا بحجم اول معاودت نماید و بنا
براین بر سطح پیستون فشار میدهد و قوه آن بیشتر میشود بجهة اینکه
حال گوئیم که حالت هوای مجاور کره زمین نیز چنین است
هر طبقه بواسطه وزن طبقات علیای کره هوا فشرده میشود
و بنابراین میلی دارد که حجم بزرگتری حاصل نماید و همین قوت را
ما قوه ارتجاعیه هوا نامیدیم

۵ - قوه ارتجاعیه همیشه بی اثر نمیماند -

چنانچه مذکور شد باید عایقی بجهة آن قوه روی دهد و الا
جسم منبسط میگردد و مانع این قوه چنانچه مذکور شد فشار هوای
اطرافست پس میتوان گفت که هوا جسمیست مرکب از اجزای
مختلفیکه همواره در یکدیگر اثر میکنند هر طبقه بطبقات پست تر
از خود فشار میآورد و بواسطه مخالف بودن این دو قوه یعنی فشار
فوقانی و قوه ارتجاعیه است که بنظر ما هوا ساکن و بیحرکت مینماید
و حال آنکه چنانچه از مثال ذیل معلوم میشود چنین نیست

مثانه را که بواسطه رطوبت نرم نگاه داشته باشند با دست
فشار میدهیم تا حتی الامکان هوای آن خارج شود و بعد از آن
دهان آن مثانه را با ریسمانی می بندیم و الی الوقت مثانه قطعه پوست
چین خورده بنظر میآید و مقدار قلیل هوا در آن موجودست
و آن مقدار هوا علی الاتصال سعی میکند که حجم خود را زیاد نماید
ولی فشار هوای خارجه مانع میشود پس اگر بتوانیم از هوای
خارجه رفع کنیم قوه داخله بروز میکند بجهة اینکه مثانه را

در تحت سرپوش اسباب تخلیهٔ هوا قرار داده هوای جوف
سرپوش را که بر مثانه محیط است استخراج میکنیم بتدریج هرچه
هوای جوف سرپوش را بیشتر کشیم مثانه منبسط میشود بسبب اینست
که بواسطهٔ استخراج هوای جوف سرپوش قوهٔ ارتجاعیهٔ هوای
مثانه بروز مینماید و چین زایل میگردد و رفته رفته بقدری
بزرگ میشود که تمام جوف سرپوش را میگیرد

حال اگر بتدریج هوا داخل سرپوش کنیم حجم مثانه رفته رفته
کم میشود تا آنکه بحالت اول معاودت نماید و اینکه قوهٔ ارتجاعیه
هوای جوف مثانه بواسطهٔ دخول هوای خارجه متناقص میشود و
هوای منبسط با هوای داخله شده تعادل نمینماید بجهت اینست که
چون هوا مجتمع بواسطهٔ اثر قوهٔ ارتجاعیه زیاد شود از قوهٔ
آن کاسته میگردد مثل فنریکه پیچیده باشند و هر قدر بیشتر
باز شود قوهٔ آن کمتر خواهد بود پس هوای منبسط در آنحالت
نمیتواند با فشار هوای متراکم برابری نماید و بهمین سبب مثانه

مجدداً

مجدداً فشرده میشود و چون آنقدر که چین و چروک داشت بحالت
قوهٔ ارتجاعیهٔ هوای جوف آن با فشار هوای خارجی برابر گردید
مثانه بی تغییر میماند و چین و چروکش از آن کاسته نمیشود

امتحان مثانه را میتوان بطور دیگر نیز ظاهر نمود باینکه سیب مانده
که پوستش چین خورده باشد یا انگورهای پژمرده شده را در زیر
سرپوش اسباب تخلیهٔ هوا نهیم این میوه جات چینشان بزرگ میشود
و مثل میوهٔ تازه چین آنها تمام میشود و این بواسطهٔ قوهٔ ارتجاعیه
بخاراتیست که در زیر پوست آن میوه جات موجود است

۶ — **فوارهٔ در خلاء** — شیشه را از آب
تا نیمه پر میکنیم و نصف دیگر آن محتویست از هوا پس لولهٔ مجوف باریکی را
در شیشه داخل نموده بواسطهٔ چوب پنبه سوراخی لوله را چنان بر سر
شیشه نصب میکنیم که طرف تحتانی لوله قریب بقعر آن واقع شود مطابق این شکل
واضح است که در این صورت قوهٔ ارتجاعیهٔ هوای جوف ظرف که
بر سطح مایع فشار وارد میاورد میل دارد که آب را در لوله داخل نموده

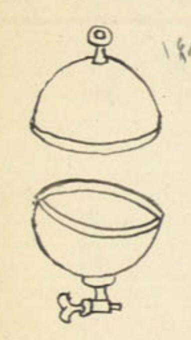
فوارهٔ احداث نماید ولی هوای خارجی در دهانهٔ آن لوله سطح
مایع را فشار میدهد و این دو قوهٔ متضاده اثر یکدیگر را خنثی
نموده مایع بحالت سکون قرار میگیرد

حال اگر بتوانیم اثر هوای خارجه را خفه نمائیم فی الفور مایع بواسطهٔ
فشار داخل از لوله بیرون خواهد جست پس مجدداً در تحت سرپوش
اسباب تخلیهٔ هوا قرار میدهیم و هوای جوف سرپوش را استخراج
میکنیم همانطور آب مانند فواره از دهانهٔ لوله بیرون میجهد

اگر تخم مرغی را در زیر سرپوش اسباب تخلیه قرار دهیم و هوای
جوف سرپوش را خارج نمائیم هوای جوف تخم بیاض البیض و زردهٔ
تخم را از خلل و فرج پوست بیرون میآورد

۷ — تجربه بجهة اثبات فشار هوا و نیمکره‌های مکدبورک

این آلت مرکب است از دو نیم کرهٔ مسمی ا و ب مطابق این
شکل ۳۵ که بواسطهٔ تکه برآن یک حلقهٔ چرم چرب نصب نموده‌اند میتوانند
دو لبه



درست متصل شوند یکی از آن نیم کره‌ها دارای مجرائیست که بواسطهٔ
شیر د بسته میشود و میتوان آنرا بر سر مجرای اسباب تخلیهٔ
هوا پیچ نمود و بواسطهٔ آن آلت هوای جوف دو نیم کره‌ها را که
بیکدیگر متصل نموده‌ایم استخراج مینمائیم و همین که خلاء حاصل شد
و شیر بسته شد دو نیمکره را نمیتوان از یکدیگر جدا نمود و بواسطهٔ
فشار هوای خارجی چنان بیکدیگر متصل شده‌اند که قوهٔ
انسانی بجهة جدا نمودن آنها از یکدیگر کافی نیست و متفاوت از
حیثیت سطح متزاید میگردد و همینکه سطح خارجی دو نیم کره بقدر
سطح یکمتر مربع شد باز باید تا آنها را بتوان جدا نمود و یکی از
علمای مکدبورک که اسمش اُتُ دِگِریک بود و مخترع اسباب
تخلیهٔ هوا است این آلت غریب را ساخت و نیم کره‌های او چنان
بزرگ بودند که قوت بیست اسب نتوانست دو نیم کره را از یکدیگر
جدا کند حالا اگر آلت را از هوا پر کنیم یعنی که شیر آنرا باز نمائیم فشار
داخله و خارجه متعادل میگردند و در کمال سهولت دو نیم کره را از یکدیگر

جدا میشوند

باعانت نیم کره های مگدبورگ میتوان واضح نمود که فشار کرهٔ هوا از جمیع جهات یکیست بجهة اینکه بهر وضعی که آنها را قرار دهیم یعنی چه قائم و چه افقی و چه مایل قوهٔ که بواسطهٔ آن بتوان دو نیم کره را از یکدیگر جدا نمود در همه جا یکیست

۸ – مثانهٔ که بواسطهٔ فشار هوا دریده میشود

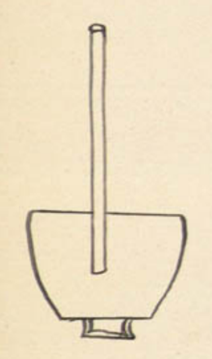
استوانهٔ بلوری را که دو طرف آن باز باشد مطابق این شکل ۳۶ گرفته یکطرف آنرا پوستی میکشیم و با ریسمان محکم می بندیم و در صورتیکه پوست اول تر کرده باشیم پس از بستن و خشک شدن پوست ممتد میایستد حال اگر چنین استوانهٔ را در روی صفحهٔ اسباب تخلیهٔ هوا قرار دهیم فشار هوای جوف استوانه تعادل میکند و پوست افقی میماند ولی اگر هوای جوف استوانه را استخراج نمایند پوست مزبور از خارج مقعر میشود و تحدب آن در داخل رفته رفته زیاد میشود و فشار هوای خارج آنرا پاره مینماید و صدای زیاد از آن احداث میگردد

میگردد و سبب آن اینست که بواسطهٔ پاره شدن پوست یکمرتبه هوا در استوانهٔ خالی داخل میشود

و اگر استوانه را وضعی قرار دهند که صفحهٔ پوست قائم یا مایل باشد باز همین حالت بظهور میرسد و مجدداً دلیل میشود براینکه فشار هوا از اطراف یکیست

۹ – در باب صعود مایعات در لولههای خالی از هواء

لولهٔ دو طرف باز **اب** را در مایعی فرو میبریم و بواسطهٔ مکیدن هوای جوف آنرا استخراج میکنیم مطابق این شکل ۳۶ و همه کس دیده و میداند که آب در لوله صعود مینماید ولی باید مطلب را درست توجه نمود بدین طریق که چون دهان از طرفی بلوله مربوط است و از طرف دیگر به ریه و چون ریه آلتی است که باعانت آن هوای لازمهٔ زندگانی را مجاور خون مینماید پس مکیدن لوله عبارت از اینست که هوای جوف لوله را استنشاق نموده در ریه داخل کنیم پس وقتیکه هوای جوف لوله را میمکیم مقداری از آن



ازلوله خارج و در ریه داخل میگردد و بنابراین فشار هوای
خارجه که بر سطح مایع وارد میآید زیادتر خواهد بود از فشار
وارد بر سطح مایع از داخل لوله و از اینقرار آب در لوله صعود
میکند و اگر دهان را از لوله برداریم فی الفور سطح آن آب ما بین
و سطح داخل برابر سطح خارج میایستد و چنانچه در نمرهای
قبل مذکور شد هوای جوف لوله در صورتیکه قوه ارتجاعیه اش
کافی نیست و با قوه ارتجاعیه هوای خارجه تعادل نمیتواند کرد زیرا
که چنانچه مذکور شد همینکه حجم بخار زیاده گردد قوه ارتجاعیه
آن ناقص میشود و هوای جوف لوله که اول همان لوله را پر کرده از آنچه
در وقت مکیدن ریه را پر میکند و بنابراین حجمش باید بزرگ و قوه
ارتجاعیه اش کمتر میگردد و فشار هوای خارجه که بمقدارش
اعظم است آب را بانفشار در لوله داخل مینماید

١٠ در صعود مایعاتیکه وزن مخصوصشان مختلف است

صعود

صعود مایع در داخل لوله بواسطه قوه خارجی حاصل شده
بجهت اینکه اگر مایع بحالت خود میبود سطح خارج و داخل برابر
میایستادند و این قوه خارجی عبارت بود از ضعف فشار هوای
خارجه بر فشار هوای داخله که بواسطه مکیدن از قوه ارتجاعیه آن
کاسته شده و این ضعف فشار واضح است که از سمت معینی باید داشته
باشد مسئله قابل این شد که تا یک ارتفاع معین آب را در لوله صاعد
نماید و مقصود تعیین این فقره است که آیا آن زیادتی فشار میتواند
زیبق را نیز بهمان ارتفاع صاعد نماید در جواب گوییم که چون زیبق
۱۳ برابر سنگین تر است از آب لابد باید ۱۳ برابر کمتر در آن لوله
داخل شود و تحقیق این فقره بسیار سهل است از اینقرار که شخص
میتواند بواسطه مکیدن هوای لوله آب را تا ده ذرع و نیم ارتفاع
صاعد نماید و واضح است که اگر همان لوله را در منبع زیبقی
فرو برد و هوای آنرا بمکد زیبق بیش از ۳ گره که سیزده هم جزء
ده ذرع و نیم است صاعد نخواهد گردید

۱۱ — حدّ صعود مایعات در لولها

ــ استنشاق هوا هر قدر ثبت کرده شود هوای جوف لوله را
با تمام خارج نتوانند نمود بجهة آنکه چنانچه مذکور شد هوای جوف
لوله مابین ریه و لوله تقسیم میشود پس بواسطهٔ ریه نمیتوان تمام هوای
جوف لوله را خالی نمود و با اسباب تخلیهٔ هوا اینعمل را بسیار بهتر
میتوان نمود و واضحست که چه قدر مفیدست دانستن اینکه
آب یا زیبق در لوله که هوای آن بکلّی کشیده شده باشد چه قدر صاعد
میگردد و بجهة این فقره لوله از کاوچو را که در داخل آن مارپیچی از
مفتول قرار دادهٔ اند محض اینکه اطراف لوله بیکدیگر ملصق نگردد
اختیار میکنند پس از آن لولهٔ مرتفعی را در منبعی از زیبق فرو برده
طرف فوقانی آنرا با ماشین لوله کاوچو بجای اسباب تخلیهٔ هوا
متصل نمایند و هوای جوف لوله را استخراج کنند در آنصورت
دیده میشود که زیبق تا ۵ و ۱۱ کره در لوله صعود نمیکند و هر قدر میتوانیم
اسباب تخلیه را حرکت دهیم ارتفاع زیبق تغییر نمیکند و از ۱۱ کره و نیم
تجاوز

تجاوز نمینماید پس وزن ستونی از زیبق که ۶ و ۱۱ کره ارتفاع
داشته باشد معادل است با فشار هوا، و اگر لولهٔ بلور بسیار
بلندی بدست بیاید ممکن بود همین عمل را در آب نیز تکرار نمائیم
ولی بنابر آنچه مذکور شد تعیین ارتفاع صعود آب از خارج
سهلست بجهة اینکه چون وزن مخصوص آن ۱۳ برابر و نیم کمتر است
از زیبق پس ارتفاع صعود آن حاصل ضرب ۶ و ۱۱ کره خواهد بود
در ۱۳ و نیم یعنی ۶ و ۱۵۶ کره یا ۷۹ و ۹ ذرع

۱۲ — هرگاه شنگ بلوری را در آب فرو بریم و آنرا بنقطه تبدیل
معکوساً آنرا از آب بیرون آوریم می‌بینیم که آب در جوف شنگ
نزول نمیکند و تا وقتیکه دهانهٔ آن از آب بیرون نیامده باشد
پرست و سبب اینست که فشار هوای خارجه که بر سطح مایع از اطراف
وارد می‌آید بالتساوی چنانچه در باب مایعات مذکور شد بجمیع
نقاط مایع منتقل میگردد و بنابراین در دهانهٔ شنگ بر مایع جوف
ظرف فشاری وارد می‌آید و همان فشار مایع جوف ظرف را بالا نگ

از سطح مایع اطراف نگاه میدارد

حال مشغول میشویم بتحقیق اینکه آیا اگر ثنک طویلی بدست میآید و با آن همین عمل اگر را بنمودیم همین فقره اتفاق میافتاد یا خیر و نتیجه این مطلب همین قدر بخاطر میآوریم که از روی نقطها نمرهای سابقه واضح میشود که اگر ارتفاع ثنک ۷۹ و ۹ ذرع باشد باز پر خواهد بود ولی اگر ارتفاع آن از این مقدار تجاوز کند چنین نخواهد بود و ستون مایع در آن ظرف نازل میشود تا بحدی که ارتفاع آب جوف ظرف از سطح مایع اطراف ۷۹ و ۹ بشود یعنی برابری کند با فشار ستون هوا و اگر بجای آب زیبق را استعمال نمائیم ارتفاع آن در جوف ثنک ع و ۱۱ گره خواهد بود و از آن نقطه ببالا ظرف خالیست

۱۳ — وجود فشار هوا بر دهانه ثنک واضح میشود بواسطهٔ تجربهٔ ذیل از اینقرار که چون ثنکی را از آب پر نمودیم قطعهٔ کاغذی را بر دهانه آن ملصق نمائیم ثنک را سرنگون برگردانیم و پس از آن آهسته

از کاغذ

از کاغذ برداریم کاغذ بجای خود خواهد ماند و آب از ثنک خارج نمیشود و این بواسطهٔ فشار هوائیست که از تحت بفوق دهانه آن وارد میآید و چون کاغذ هست که مانع دخول هوا گردد و اگر هوا در آن داخل شود ذرات مایع از یکدیگر جدا میکنند و فی الفور آب جاری میشود

فصل نهم در میزان الهواء

۱ — تجربهٔ توریسلی صاحب — لوله بلوری که از طرفی آن مسدود باشد از زیبق پر مینمائیم و فرض میکنیم که تقریبا طول آن لوله ۱۲ الی ۱۳ گره باشد و چون لوله از زیبق ممتلی شد با انگشت دهانه آنرا مسدود نموده آنرا سرنگون ساخته در ظرفی از زیبق فرو میبریم و آن وقت انگشت را از دهانه لوله برمیداریم فی الفور زیبق قدری پائین میآید و در ارتفاع ع و ۱۱ گره از کف سطح مایع بایستد مطابق این شکل ۳۹ و در فوق ستون زیبق در لوله تا ماده موجود نیست و آن فضای خالی از ماده را خلاء میزان الهوائی مینامند

خلاء زیر کاسه ماند و سبب اینکه سطح داخل زیبق با سطح منبع
برابر نیست اینست که فشار هوای خارجه در جمیع ذرات زیبق
نقل میشود و فشاری از تحت بفوق بر دهانهٔ آن لوله وارد میاید
و چنانچه در نمرهای سابقه مذکور داشتیم این تجربه با ماشین
تخلیهٔ هواء نیز جاری شده و اختلاف در همین است که در این عمل
زیر کاسه خلاء بواسطهٔ زیبق حادث شد

۲ـ فشار کرهٔ هواء بر یک گرهٔ مربع سطح

مذکور شد که فشار هواء قابل است که ستونی از زیبق را در
ارتفاع ۶ و ۱۱ گره نگاه دارد پس فشار بر سطح یعنی مساوی است
بوزن ستون زیبق بنا بر این سهل است تعیین اینکه بر سطح
یعنی یک گرهٔ مربع چه قدر فشار وارد میاید و بجهة تحصیل
اینفقره کافیست معین کنیم وزن ستون از زیبق را که
قاعده اش یک گرهٔ مکعب مربع و ارتفاعش ۶ و ۱۱ گره باشد
پس تصور میکنیم که ستون زیبق را بطبقاتی چند چنان قسمت نمائیم
که حجم

که حجم هر یک یک گره باشد و چون قاعدهٔ یک گرهٔ مربع است حجم هر
طبقه یک گرهٔ مکعب خواهد بود و عدد آنها ۶ و ۱۱ است و چون
هر گرهٔ مکعب زیبق ۱ و ۴۶۴ سیر وزن دارد پس وزن تمام
ستون زیبق حاصل ضرب این عدد خواهد بود و در ۶ و ۱۱ یعنی
۱۸۷۹ و ۱۲ من پس فشار هوا بر سطحی که یک گرهٔ مربع باشد ۱۲ من
و ۳۲۵ سیر خواهد بود و فشار وارده بر یک ذرع مربع سطح
۱۷۳۲ من و ۶۲ سیر خواهد بود

۳ـ وزن تمام کرهٔ هواء —

فرض میکنیم که ستونی از هوا بر یک ذرع مربع سطح فشار وارد
آورد و چون مذکور شد که فشار آن معادل با فشار ستونیست
از زیبق که ۶ و ۱۱ گره ارتفاع داشته باشد و چنانچه معین
نمودیم وزن این ستون هوا از ۶ و ۱۷۳۲ من خواهد بود
پس اگر سطح کرهٔ زمین را با ذرع مربع اندازه بگیریم یعنی
بعبارت اخری تحت سطح کره را معین نمائیم و آنرا در عدد

مذکور ضرب کنیم وزن تمام کرهٔ هوا بدست بیاید محیط کرهٔ
زمین در دست است و بقواعد هندسیه میتوان سطح کره را
معین کرد از اینقرار که از روی نصف قطر سطح دایره عظیمه را
معین نمود چهار برابر آن سطح کره خواهد بود و آن معادل است
با ۲۵۹ ر ۱۱۵۴۳۲۱۵۱ فرسخ مربع و چون فشار
هوا را حساب کنیم می بینیم که معادل است با وزن حجمی از مس که
هر بعد آن ۱۵ ر ۹۶ ذرع باشد و از حیثیت من پانصد و هشتاد
و پنج هزار وزنه ۲۹۳۰۰۰۰۰۰۰۰ خرواری خواهد بود

۴ — فشار کرهٔ هواء بر بدن انسان

مساحت بدن انسان را میتوان معین نمود و از روی حسابی که
در اینجا نخواهیم معلوم میشود که سطح بدن شخص متوسط القامه یکذرع
مربع و نیم است و نظیر این سطح ستون هوائی خواهد بود که فشار
آن ۶ ر ۵۶۶ من است و با وجود چنین فشاری که باید ما را
خورد نماید هیچ احساس سنگینی و خستگی نمیکنیم و با آزادی حرکت
مینمائیم

مینمائیم و دلیل اینفقره است که از طرفی بعضی از این فشارها
یکدیگر را خنثی میکنند و از طرف دیگر بواسطه مایعات و بخارات که در
بدن انسان موجود فشاری مخالف احداث میشود که فشار هوا را معادل
مینماید و بجهة توضیح این مطلب یعنی اثبات وجود فشار مایعات
و بخارات بدن تجربه ذیل کافیست در روی صفحه اسباب تخلیه
هوا استوانه بلورینی را که هر طرف آن باز باشد قرار میدهیم و
دهانه فوقانی را با دست خود مسدود مینمائیم و در اینضمن
هوای جوف استوانه را استخراج میکنیم فی الفور مشهود میشود
که چون رفته رفته هوای جوف استوانه منبسط گردد آن بخش دست
که بر دهانه تکیه دارد بواسطه فشار سیالات داخلیه رفته رفته
متورم میشود و قرمز میگردد

۵ — میزان الهواء — در لوله تریسلی جیوه
بواسطه فشار هوا چنانچه مذکور شد در ارتفاعی میایستد که
بطور توسط ۶ ر ۱۱ گره است و اینفقره وقتی است که آلت در سطح دریا واقع

شود که برابر سطح آب باشد ولی اگر آنرا از آن سطح بالا ببریم و در
اجزاء هر قطعه زمانی تجربه نمائیم معلوم میشود که ستون زیبق پائین تر
میآید و این فقره واضح است بجهة اینکه چون از سطح زمین بلند
شویم از ارتفاع ستون هوا که بر سطح منبع زیبق فشار وارد
میآورد کاسته میشود و از طرف دیگر در فشار هوا هر روز تغییرات
چند بظهور میرسد که حدوث آنها اغلب بواسطه تغییراتیست که
در آب و هوای آن مکان بظهور خواهد رسید بطوریکه ارتفاع
زیبق لوله تریسالی گاه متصاعد و گاه نازل میشود و در حقیقت ارتفاع
مکان و تغییرات آب و هوا تغییری بپذیرد پس این آلت مانند ترازو
که میتوان باعانت آن در هر لحظه فشار تغییرپذیر کره هوا را
معین نمود و بجهة اینکه آلت کامل شود در کنار آن سطره قرار
دهند و با اجزاء متساویه قسمت شده باشد و صفر آن نظیر سطح زیبق
منبع باشد و چون خواهیم در لحظه معین فشار کره هوا را اندازه
بگیریم کافیست که نمره تقسیم سطره را که زیبق تا آنجا صعود نموده
بخوانیم.

بخوانیم چنین آلت را میزان الهوا نامند

۶ — **میزان الهواء خزانه دار** — بجهة ساختن
میزان الهواء لوله بلورینی را که ۱۶ گره طول داشته باشد و یکطرف
آن مسدود باشد اختیار میکنیم و او را مانند تریسالی از زیبق مملو
مینمائیم ولی از شرایط لازمه اینست که زیبق بکلی خالص و آثار رطوبت
و ذرات هوا در آن مفقود باشد والا هوا و بخار آب در خلاء تریسالی
مجتمع گردیده بواسطه قوه ارتجاعیه آنها بر ستون زیبق فشار وارد
میآید و بنابراین آنقدر که باید زیبق صعود نمینماید بسی کمتر رفع
این نقص کم کم جوه داخل لوله مخه لوله را می و حرارت آنقدر
نگاه میداریم که بغلیان آید و حرارت هوا و رطوبت آنرا خارج نماید
و چون لوله پر شده باشد آنرا با انگشت مسدود نموده معکوساً
آنرا در مخزن زیبق خالص خشک فرو میبریم و دست از سر لوله برمیداریم
و این آلت را در روی صفحه تخته نصب مینمایند و در روی آن تخته
تقسیمات متساویه چند رسم شده که صفر آنها نظیر سطح زیبق مخزن است

۷ـ میزان الهواء سیفون دار

ـ میزان الهوائی که
در نمرهٔ قبل مذکور داشتیم سنگین و قابل حمل و نقل نیست چرا که
مقدار زیبق بخصوص آنکه در مخزن است زیاد است و بجهت رفع
این عیب یک نوع میزان الهوا خفیفتری ساخته اند معروف بمیزان الهواء
سیفون دار و آن مرکب است از لولهٔ بلور خمیده مطابق این شکل
که شعبهٔ اطول آن ۱۴ گره طول دارد و مسدود است و حال آنکه
شعبهٔ اقصر دهانه اش باز است آنرا با احتیاطی که در نمرهٔ قبل
ذکر شد از زیبق پر میکنند و چون آنرا معکوس برگردانند
زیبق در شعبهٔ اول نزول میکند و تا حد معینی می ایستد و در فوق
ستون آن مایع خلاء میزان الهوائی حادث میشود فشار هوا از
دهانهٔ شعبهٔ اقصر بر سطح زیبق وارد و زیبق شعبهٔ اطول را نگاه
میدارد و واضح است که مقدار فشار هوا معادل است با فشار
آن ستونی از زیبق که ارتفاع آن فاصله مابین دو نقطهٔ ب
و ا باشد یعنی تفاضل ارتفاع دو ستون زیبق و لیکن چون سطح
زیبق

زیبق در لولهٔ اقصر تغییر پذیر است صفر مسطره را در آن نقطه نمیتوان
قرار داد و بلکه آنرا در نقطهٔ دیگر بطور دلخواه قرار میدهند و آن نقطه
اغلب مابین دو نقطهٔ ا و ب واقع است و ابتدا از صفر خطوط
تقسیم را در دو جهت یعنی بسمت ا و بسمت ب رسم مینمایند
پس بجهت تعیین طول ستون زیبق باید دو نمره را خواند یکی
از صفر تا ا و دیگری از صفر تا برابر ب و حاصل جمع دو عدد
مذکور ارتفاع ستون زیبق است و باید دانست که در وقت عمل
آلت باید قائم باشد بجهت آنکه چنانچه در باب مایعات مذکور شد
ارتفاع ستون مایع باید در امتداد خط قائم شمرده شود

۸ـ در استعمال میزان الهواء بجهت تعیین ارتفاعات

همینکه رفته رفته از سطح زمین بالا میرویم ارتفاع ستون زیبق
میزان الهواء تنزل میکند و سبب این فقره چنانچه مذکور شد
اینست که ارتفاع ستون هوای فوق آلت متناقص میگردد
و اگر ممکن بود آنرا در حد کرهٔ هوا ببریم زیبق آن بکلی نازل

وبر وفق قواعد ظروف مرتبطه در یک سطح میباشد است از این معلوم
میشود که مابین ارتفاع ستون زیبق و ارتفاع نقطه که آلت
در آنجا واقع است رابطهٔ هندسیه موجود است و آنچه بتجربه رسیده
اینست که در ارتفاعات کم و ابتداء از سطح دریا ۳۰۰ ذرع
ارتفاع نظیر است با نیم کره میزان الهواء ولی این نسبت تا مدتی
صحیح است و پس از آن مدت نسبت مابین انخفاض ستون زیبق
و ارتفاع نقطهٔ مذکوره تغییر میکند و سبب این تغییر اینست که
وزن مخصوص و حرارت هوا در تمام ارتفاعات یکی نیست و
ثابت است اینها هنوز بر علمای فزیک معلوم نشده و بواسطهٔ محاسبات
دقیق اعلا تقریبا ارتفاع را از روی ستون زیبق معین
مینمایند از این قرار که جهة تعیین ارتفاع نقطهٔ مثلا قله کوهی
دو رصد مختلف باید در موقع کوه مقدار حرارت و ارتفاع
زیبق را معین میکنند و در همان آن شخص رصد دیگر حرارت و ارتفاع
زیبق را در قله کوه معین مینماید و از این چهار عدد یعنی دو درجه حرارت

ودو ف

ودو فشار هوا میتوان بمحاسبات ارتفاع کوه را بدست آورد
و اشخاصیکه در بالن می نشینند از روی همین قواعد بواسطهٔ
ارتفاع زیبق ارتفاع بالن را از سطح زمین معین مینمایند و بر وفق
همین قاعده بود که کیلوسک صاحب منصبیکه در هشتاد و چهار سال
قبل با بالن نشست در سطح زمین ارتفاع زیبق ۱۲ کره و در
مدت صعود ۵ کره پائین آمده بود و حرارت میزان الحراره که در
زمین ۲۸ درجه از صفر بالا بود ۹ درجه از صفر پائین آمد از این
چهار عدد آن مرد حکیم معین نمود که ارتفاع بالن ۳۰۰ ذرع است

۹ـ در استعمال میزان الهواء جهت پیش بینی کائنات جو

هر تغییر بزرگ که در حالت فشار هوا ظاهر شود غالبا همراه است با یکی
از کائنات جو مثل باران و باد و غیره و چون تغییرات فشار هوا
بواسطهٔ ارتفاع زیبق معلوم میشود پس از روی آن تغییر ارتفاع
ممکن است قبل از وقت بروز و ظهور آن کائنات خبر دهیم
و بواسطهٔ تجارب عدیده و مفصله معلوم شد که تقریبا در آفاق

غربی در وقت هوای خوش میزان الهواء مرتفع و در ایام
بارانی منخفض میگردد پس همینکه ستون زیبق بنای صعود را
گذارد معلوم میشود که هوا رو بخوبی است و در عکس آن حالت باران
خواهد آمد یا هوای بارانی ظاهر خواهد شد و اگر یکمرتبه
با سرعت ستون زیبق منخفض گردد باران و یا رعد و برق
واقع خواهد شد اگرچه هیچ اثری از آن در هوا نمودار نباشد
و جدول ذیل مینماید ارتفاعاتیرا که در پاریس بطور
متوسط نظر بهر حالتی از هوا هست شد

هوای خشک	۱۲ گره یا	۷۸۰	میلیمطر
هوای خوب	۱۱٫۹۴ 〃	۷۷۶	〃
تغییرپذیر	۱۱٫۶۶ 〃	۷۵۸	〃
باران یا بار	۱۱٫۵۲ 〃	۷۴۹	〃
باران شدید	۱۱٫۴۶ 〃	۷۴۵	〃
طوفان	۱۱٫۲۴ 〃	۷۳۱	〃

پیش بینی کائنات جوّ از روی میزان الهواء نه یقینی بلکه احتمالیست
و میزان الهواء بطور یقین چیزی را نمینماید جز فشار هوا و بعلاوه نیست
که هر تغییری در فشار هوا باید تغییری در حالت هوا دهد و ظهور
آن تغییر یقینی نیست پس بنا بر این در انجاب میزان الهواء
ممکن نیست ضبط نماید و حتما بروز آنها هر قدر تغییرات ستون
زیبق سریعتر باشد قویتر است تقریبًا یقینی است که چون زیبق
در مدت قلیلی بمقدار زیاد منخفض گردد طوفان خواهد شد

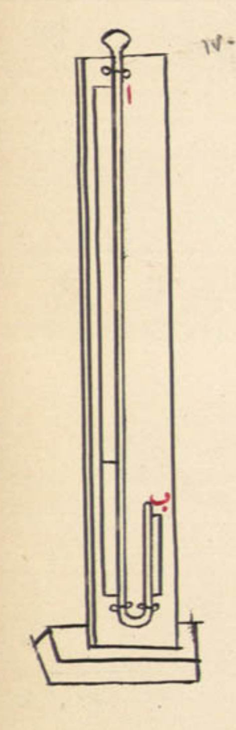
۱۰ ـ میزان الهواء صفحه دار مطابق شکل ۱۴ ـ

محفظه قیست که میزان الهواء را محض پیش بینی استعمال کنند اغلب
شکل مخصوص باو میدهند و تغییرات ستون زیبق را بواسطه
عقربه ظاهر مینمایند
در لوله اقصر میزان الهواء سیفون دار قطعه آهنی را
که بشکل استوانه است بر روی سطح زیبق گذارده اند و
که این استوانه بر روی زیبق شناور میگردد پس آنرا بریسمانی بسته اند

وازروی قرقرهٔ ب رد کنند و وزنهٔ که کمی سبکتر از استوانه است
بمنتهای آن ریسمان بندانند و عقربهٔ که بر گرد محور قرقره حرکت
میکند در روی صفحهٔ تغییرات مختلفهٔ هوا را مینماید و ارتفاع
زیبق را معاین مینماید و تحت عقربه در روی صفحه بر نوره ابدرجات
قسمت شده مقابل هر درجه تغییر هوای نظیر آن را ثبت نموده اند
واگر زیبق در لولهٔ بزرگ نازل شود در لولهٔ کوچک صاعد خواهد
گردید و استوانهٔ آهنی را بالا خواهد آورد و پس همان دم وزنهٔ مذکوره
باعث ریسمان قرقره را میگرداند و عقربه بالتبع آن بر روی
صفحه حرکت میکند و صفحه را از راست بچپ مینماید و بالعکس اگر زیبق
لولهٔ اطول صاعد شود سطح زیبق لولهٔ اقصر نازل خواهد گردید
و استوانه پائین بیاید و وزنه را کشیده قرقره را بحرکت
میآورد و عقربه بالتبع آن در روی صفحه از چپ براست حرکت میکند

فصل دهم در قاعدهٔ ماریت و میزان الضغط و اسباب تخلیهٔ هواء

۱ـ **تجربهٔ ماریت صاحب** ـ ماریت صاحب
کشیش که یکی از علمای فرنگ ... سال است تجربه نمود که
بواسطهٔ آن نسبت ما بین قوت ارتجاعیهٔ بخار و حجم آنرا معلوم
ساخت یعنی معاین کرد که چون حجم بخاری یا متناقص گردد
قوهٔ ارتجاعیهٔ آن چگونه تغییر خواهد کرد
در روی صفحهٔ لولهٔ خمیدهٔ نصب نموده اند مطابق این شکل ۴۲
که شعبهٔ اقصر آن مسدود و شعبهٔ اطول آن باز است و در کنار
هریک از آن دو شعبه مسطرهٔ قرار داده اند که باجزاء متساویه
قسمت شده و صفر دو مسطره در روی یک خط افقی واقع شده اند
از لولهٔ بزرگ بطریقی زیبق میریزند که مقدار هوائی در جوف
شعبهٔ اقصر حبس نماید و قسمی میکنند که سطح زیبق جوف
در هر دو لوله نظیر صفر آن دو مسطره واقع گردد در اینصورت
هوای جوف لولهٔ اقصر از آن زیبق فشاری میبیند و بحالت
طبیعی است چه اگر سطح زیبق در هر لوله یکسان ... افشار هوا



که از لولهٔ اطول بر سطح زیبق وارد میآید با قوهٔ ارتجاعیهٔ هوای
جوف لولهٔ اقصر تعادل میکند پس در حقیقت که آن هوا، بقدر یک جوف فشار
میبیند حجم آن از صفر سطره تا منتهای لولهٔ اقصر یعنی نقطهٔ
ا است حال در لولهٔ اطول مجدداً زیبق بریزیم و مشاهده میکنیم
که سطح زیبق در هر دو لوله صاعد میشود ولی در لولهٔ اطول تندتر
از لولهٔ اقصر و چون آنقدر زیبق بریزیم که سطح آن در لولهٔ اقصر
بنقطهٔ ۵ رسد یعنی که هوای محتوی نصف حجم اول خود را
پیدا کند دیده میشود که فشار وارده بر آن نیز دو جوش شده یعنی
که تفاضل دو ستون زیبق ۱۲ گره است پس معلوم شد که چون
حجم بخار نصف شود قوهٔ ارتجاعیهٔ آن ضعف میگردد بجهت آنکه
با دو جوف فشار تعادل میکند و اگر شعبهٔ طویل بقدر کفایت
بلند باشد میتوان مجدداً زیبق ریخت و چون حجم بخار بثلث حجم
اول رسید معلوم میشود که ۳ جوف فشار براو وارد آمد

۲ — **قاعدهٔ ماریت** — چون این تجربه را با هر بخاری

ها

مکرر نمائیم همان نتایج فوق بدست میآیند و قاعدهٔ ماریت را
میتوان باینعبارت بیان نمود که قوهٔ ارتجاعیهٔ بخارات نسبت
معکوس دارند با حجم آنها

واضح است که چون بخاری متراکم شود ذرات آن بیکدیگر نزدیک
میگردند و بنابراین وزن مخصوص آن متزاید میشود پس وقتیکه
وزن یک حجم بخار را ذکر میکنیم باید بیان نمائیم که این وزن در چه
فشار حاصل شده مثلاً میگوئیم که وزن فلان حجم هوا در فشار
۱۲ گره فلان قدر مثقال است

۲ — در میعان بخارات بواسطهٔ فشار

چنانچه مذکور شد همینکه حجم بخاری متناقص گردد قوهٔ ارتجاعیهٔ
آن متزاید میشود و چون بر بخاری فشاری وارد آورند حجم
آن کوچکتر میشود و بنابراین ذرات آن بیکدیگر نزدیکتر میشوند
و وقتی برسد که فاصلهٔ آنها بسیار صغیر میگردد و در آن صورت
لیت بحالت [illegible] و بعضی بخارات بسیار بصعوبت و برخی

بالعکس بسیار سریع تبخیر مایع میگردد و میشوند مثلاً بخار اسید سولفورو که از احتراق گوگرد حاصل میشود از فشار در جو سریع تبخیر مایع میگردد ولکن باید از آن کمی سرد نمود و بخار اسید کربنیک که از احتراق ذغال بوجود بیاید در حرارت صفر درجه با ۳۶ جو فشار تبخیر مایع میشود

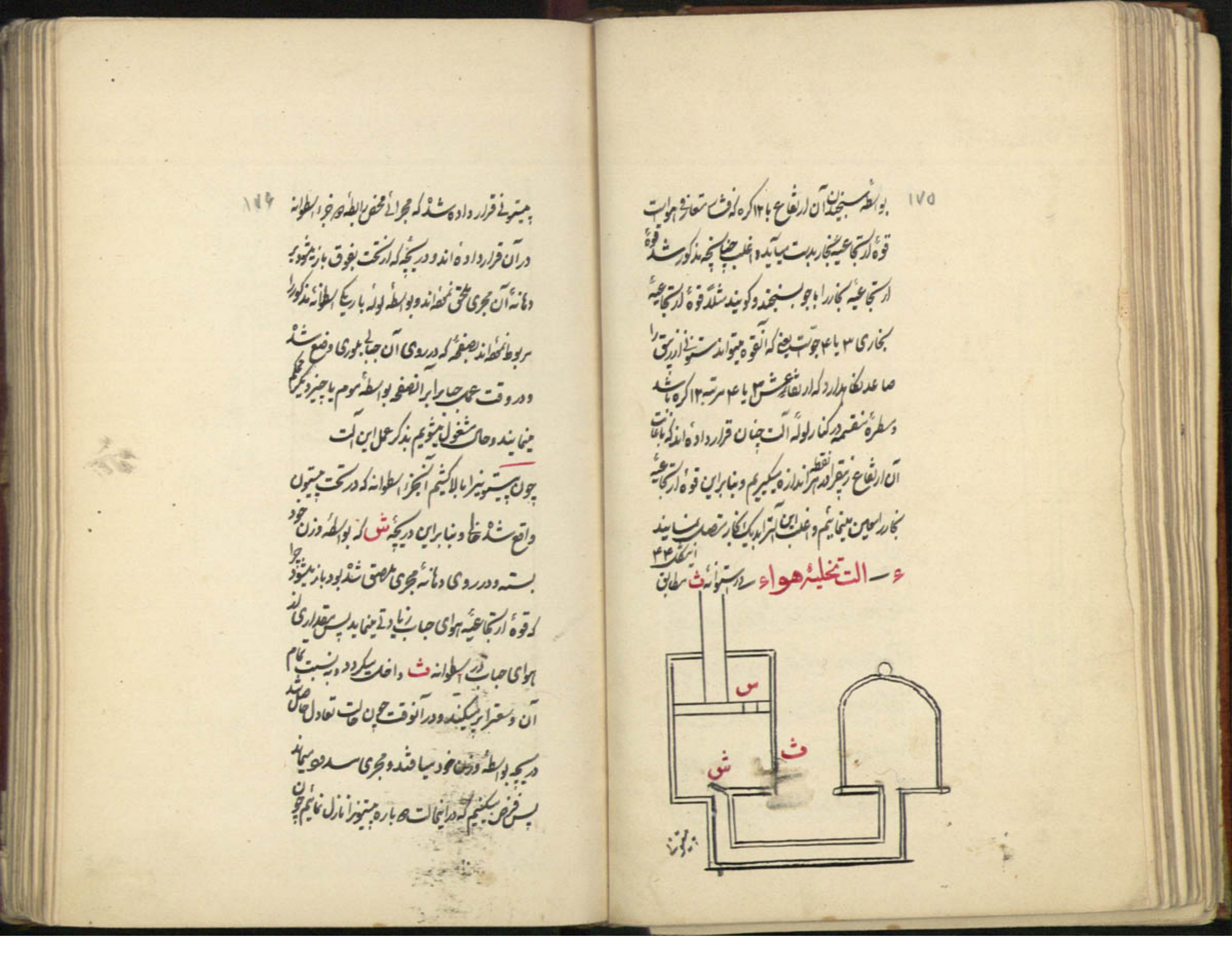
۴ — در اندازهٔ فشار بحسب جو —

بجهة تعیین اندازهٔ فشاری که از بخارات بر اطراف ظروف آنها وارد میآید و سبب آن قوهٔ ارتجاعیهٔ آنهاست واحد را فشار هوا گرفته‌اند و اندازهٔ آن چنانچه مذکور شد ۷۶ گره زیبق است شده و وقتیکه میگوئیم بخاری صاحب ۳ جو فشار است مقصود این است که در یک گرهٔ مکعب ستونی از زیبق را نگاه میدارد که ارتفاع آن ۳ برابر ۷۶ گره است و بعبارة اخری اگر آن بخار را در ظرف بسته باشیم فشاری که بر اطراف آن ظرف وارد میآید ۳ برابر فشاری است که از هوا وارد خواهد آمد و از همین قرار است که قوهٔ چرخ بخار را به جو بیان میکنند و میگویند که فلان چرخ ۳ جو یا [illegible]

یا چهار یا پنج جو فشار دارد یعنی فشار آن بخار برابر با ستونی از زیبق است که ارتفاع آن ۳ یا چهار یا پنج مرتبه ۷۶ گره است

۵ — در انواع میزان الضغط —

میزان الضغط آلتی است که استعمال میشود بجهة اندازه گرفتن قوهٔ ارتجاعیهٔ بخارات و مختصرترین انواع آن میزان الضغط ذیل است و آن مرکب است از لولهٔ بلوری ث مطابق این شکل ۴۳ که یک طرف آن باز و طرف دیگر آن در منبعی از زیبق فرو رفته و تمام لوله و منبع در ظرف فلزی قرار داده شده‌اند و از مجرای ع که لولهٔ بلوری از آن عبور نموده بهیچوجه باد داخل نمیشود و هوا را الظرف موجب هوا داخل نمیتواند شد و در طرف دیگر آلت مجرائیست شیردار که وقت عمل بخار را از آن مجری در آلت داخل مینمایند و چون بخار در آلت داخل گردید زیبق مخزن از آن بخار فشار می‌بیند و آن فشار زیبق را در لوله صاعد مینماید و اگر فرض کنیم که ارتفاع آن را اندازه گرفته باشیم واضح است که



بواسطه سنجیدن آن ارتفاع با ۱۲ اکره که نوفشی متعارفی هوا است
قوه ارتجاعیه بخار بدست بیاید و غالب چنانچه مذکور شد قوه
ارتجاعیه بخار را با جو بسنجند و گویند مثلا قوه ارتجاعیه
بخاری ۳ یا ۴ جو است یعنی که آن قوه میتواند ستونی از زیبق را
صاعد نگاه دارد که ارتفاعش ۳ یا ۴ مرتبه ۱۲ اکره باشد
و سطره منقسمه در کنار لوله آلت چنان قرار داده اند که با علامات
آن ارتفاع زیبق را در هر نقطه اندازه بگیریم و بنابراین قوه ارتجاعیه
بخار را معین مینمائیم و غالب این آلت را به یک کار نصب مینمایند

اشکال ۴۴

۶ — **آلت تخلیه هوا** — در استوانه ث سطابق

پیستونی قرار داده شد که مجرای مخصوص بالطبع در جدار استوانه
در آن قرار داده اند و دریچه که از تحت بفوق باز میشود بر
دهانه آن مجری ملحق نموده اند و بواسطه لوله باریکی استوانه مذکور را
مربوط نموده اند بصفحه که در روی آن حباب بلوری وضع شده
و در وقت عمل حباب را بر آن صفحه بواسطه موم یا چیز دیگر محکم
مینمایند و حال مشغول میشویم بذکر عمل این آلت
چون پیستون را بالا کشیم آن جزء استوانه که در تحت پیستون
واقع شده خالی و بنابراین دریچه ش که بواسطه وزن خود
بسته و در روی دهانه مجری ملحق شده بود باز میشود چرا
که قوه ارتجاعیه هوای حباب زیادتی مینماید پس مقداری از
هوای حباب در استوانه ث داخل میگردد و به نسبت تمام
آن وسعت اثر میکند و در آن وقت چون حالت تعادل حاصل شد
دریچه بواسطه وزن خود میافتد و مجری مسدود میماند
پس فرض بکنیم که در این حالت ه باره پیستون را نازل نمائیم چون

دریچهٔ ش بسته شده هوای جوف ث رفته رفته متراکم میشود
و قوهٔ ارتجاعیهٔ آن شدت پیدا میکند و دریچهٔ س باز میشود و چون
پیستون تا بکف استوانه رسید تقریباً تمام هوای استوانه از دریچهٔ
س بیرون رفته حال همین حرکت صعود و نزول را اگر تکرار بکنیم
و در هر مرتبه مقداری از هوای جوف حباب را گرفته از آلت خارج
و با هوای خارجی مخلوط بکنیم و لیکن باید دانست که هر قدر حرکت
صعود و نزول را تکرار بکنیم تمام هوای جوف آلت بکلی خارج
نمیگردد و خلاء حقیقی بدست نمیآید بجهة اینکه در هر دفعه از تمام
هوای جوف حباب یک جزء آن خارج میشود و مقداری میماند
بجهة اینکه عمل را سریعتر بکنند غالباً بجای یک استوانه دو استوانه
قرار دهند و پیستونهای آن دو استوانه را باعانت چرخ دندانه
داری بیکدیگر متصل نموده و آنها را با دستهٔ حرکت صعودی
و نزولی دهند و چون پیستون یک استوانه نازل میشود پیستون
استوانهٔ دیگر صاعد میگردد و این وضع آلت در این شکل ۴۶

نموده شد



نموده شد

۲ — مفتاح و اپرووت اسباب تخلیه —

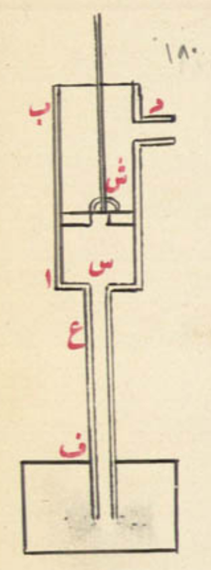
در اسباب تخلیه یک نوع شیری موجود است مانند د که معروفست
بمفتاح و میتوان باعانت آن استوانه را با سرپوش مربوط
ساخت و یا اتصال آنها را قطع نمود و علاوه بر آن بعد از
هر عملی میتوان هوا داخل سرپوش کرد
اپرووت عبارت از سرپوش بلوری کلفتی است که موم مقابله

که با مجرای اسباب تخلیه مربوط است و در آن لولهٔ خمیده بطوری
قرار داده‌اند که دو شعبهٔ آن متساوی ولی یکی باز و دیگری
مسدود است شعبهٔ مسدود یکجا از زیبق ممتلی و شعبهٔ باز نیمه
پر است بطوریکه سطح زیبق لولهٔ باز بواسطهٔ فشار هوای سرپوش
از سطح زیبق لولهٔ مسدود پایین‌تر است و چون هوا رفته رفته
منبسط گردد مقدار فشار در اثر دو دست کم میشود و ستون
زیبق رفته رفته در شعبهٔ مسدود پایین میآید و در شعبهٔ باز
صاعد میشود اگر خلاء حقیقی با این آلت ممکن بود فشار بر سطح
زیبق صفر میشد و بر وفق قواعد ظروف مرتبطه دو سطح زیبق
در دو لوله برابر میایستاد ولی چنانچه مذکور شد خلاء حقیقی
با این آلت محال است و همیشه در تحت قابلهٔ آلت مقداری هوا باقی
موجود است باهمیش ارتفاع ستون زیبق در لولهٔ دو زیاد است
بهترین آلات تخلیه تا یک هزارم ذرع تقریباً هوای آنرا اخراج میکنند
یعنی که در جوف قابله آنقدر هوا باقی میماند که میتواند ستونی از زیبق را بقدر
تا یک هزارم

تا یک هزارم ذرع صاعد نگاه دارد بنابراین از ۱۲ اگر فشار
هوا در سرپوش یک هزارم ذرع باقی مانده

فصل یازدهم در تلمبه و سیفن

۱ـ **تلمبهٔ تنفسی** ـ این آلت مرکب است از لولهٔ
اب مطابق این شکل ۴۶ و از مجرای ع ف که در آب
فرو رفته و در محل اتصال این دو لوله دریچه‌ایست چون س
که از تحت بفوق باز میشود و در بدنهٔ پیستون مجرائی قرار داده شده
که بواسطهٔ دریچهٔ دیگر ش مسدود میشود و این دریچه نیز مانند
دریچهٔ اول از تحت بفوق باز میگردد در ابتدای عمل آب
در منبع و لوله برابر ایستاده و بقیهٔ فضای لوله پر است از هوا و اینکه
قوهٔ ارتجاعیه‌اش با قوهٔ ارتجاعیهٔ هوای خارجی مساوی است
پس فرض میکنیم که پیستون در منتهای حرکت خود واقع باشد و
آنرا بالا میکشیم در آنصورت مابین پیستون و کف استوانه فضای خالی
میماند دریچهٔ ش بواسطهٔ فشار خارجه بسته و دریچهٔ س باز میشود



چرا که قوهٔ ارتجاعیهٔ هوای جوف مجری از تحت بفوق آن
اثر میکند و فشار وارد میاآورد پس هوای مجری در استوانه
داخل و چون حجمش بزرگ میشود از قوهٔ ارتجاعیه اش کاسته
میگردد بنابراین فشاری که بر سطح مایع وارد میاورد با فشار
هوای خارجه تعادل نمیتواند نمود و فشار هوای خارجه آب را
در لوله صاعد مینماید و هرچه صعود میکند حجم هوای جوف آلت
کوچک میشود و بر قوهٔ ارتجاعیه اش میافزاید تا اینکه با قوهٔ
ارتجاعیهٔ هوا معادل میگردد در اینحالت پیستون را نازل میکنیم دریچهٔ
س بواسطهٔ ثقل خود بسته میشود و هرچه هوای جوف استوانه
متراکم میشود فشار بر این دریچه وارد میاید مثلا دریچهٔ ش
که در پیستون قرار داده شده بواسطهٔ قوهٔ ارتجاعیهٔ آن هوای
متراکم باز میگردد و هوای جوف آلت باین طریق خارج میشود
حال اگر مجدداً پیستون را صاعد نمائیم ش بسته و س باز
میشود و یکمقداری از هوای لوله در استوانه داخل گردید از قوهٔ
ارتجاعیه

ارتجاعیهٔ آن کاسته میشود پس مقداری آب باز در لوله
داخل میشود تا حدیکه وزن آن ستون مایع با فشار قوهٔ ارتجاعیهٔ
هوای جوف آلت با قوهٔ ارتجاعیهٔ هوای خارجی برابری نماید
و چون پیستون را نازل کنیم هوای جوف استوانه بیرون میرود
و همینکه چند مرتبه این عمل را تکرار کنیم آب بالا میاید و استوانه را
پر میکند مشروط بر اینکه طول لوله از ده ذرع تجاوز نکند
چون آب استوانه را پر نمود اگر پیستون را نازل کنیم دریچهٔ س بسته و
ش باز میگردد و آب فوق پیستون جا میگیرد و چون پیستون
صاعد گردید دریچهٔ ش بواسطهٔ فشار آبیکه در فوق آن واقع است
بسته میگردد و در دریچهٔ س باز میشود بواسطهٔ اینکه از آب واقع
در تحت آن فشاری بر آن وارد میاید پس استوانه پر میشود
و پیستون بواسطهٔ بالا رفتن آب فوق خود را از مجرای د بیرون
میریزد و از آن بعد پیستون در آب حرکت میکند چون نازل میشود
آب از دریچه بیرون رود و در فوق آن قرار میگیرد و هر وقت صاعد

س ش

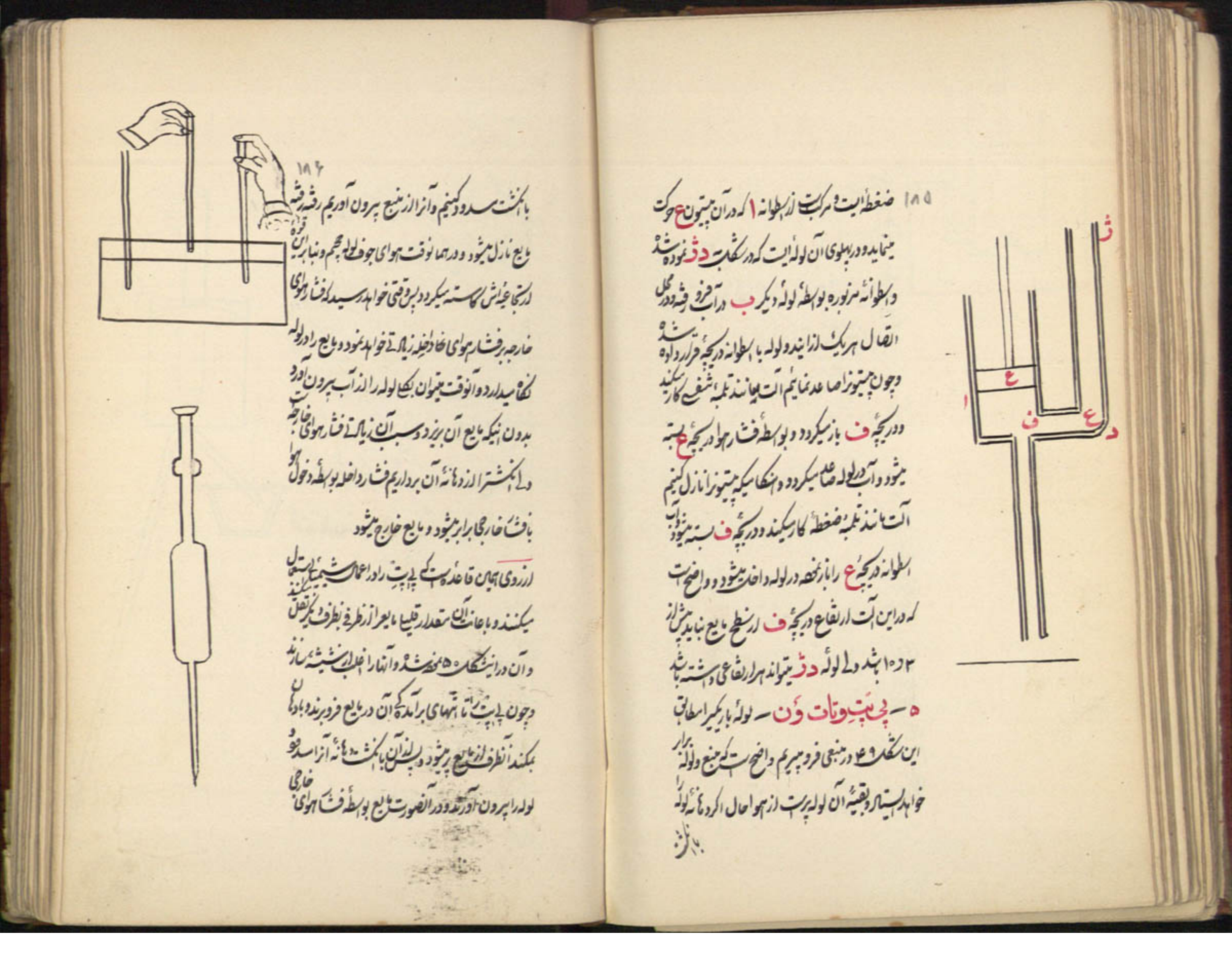
میگردد بمقداری که در فوق دست از مجرای د بیرون میریزد

۲ – تلمبهٔ ضغطهٔ – این تلمبه مرکب است از استوانهٔ
سطالی این شکل ۴۷ که در آب فرو رفته و در طرف اسفل آن
دریچه‌ایست که از تحت بفوق باز میشود و در پهلوی آن استوانه لوله
قرار داده شده که با استوانهٔ مزبوره مربوط است و در محل اتصال
آنها دریچهٔ ش را قرار داده اند که بسمت آن لوله باز میشود و
پیستون آن آب بکلی مصمت است چون آنرا عالی نمائیم فشار از تحت
بفوق دریچهٔ س را باز و مایعرا در استوانه داخل مینماید حال
اگر پیستون را نازل نمائیم دریچهٔ ش بسته میگردد و فشار مایع
جوف استوانه دریچهٔ س را باز نموده آب در لوله داخل میگردد
و حال اگر مجدداً پیستون را صاعد کنیم آب لوله میل میکند که باستوانه
مراجعت نماید و بنابراین دریچهٔ ش را می بندد و آب منبع دریچهٔ
س را باز نموده در استوانه داخل میشود و بهمین طریق در هر
حرکت پیستون مقداری آبی در لوله داخل گردیده رفته رفته صعود
مینماید

مینماید در تلمبهٔ ضغطهٔ فشار هوا مداخلت ندارد بجهة اینکه سبب
پرشدن استوانه قاعده‌ایست که در باب ظروف مرتبطه ذکر نمودیم
و در لوله آب بواسطهٔ فشار پیستون داخل میشود و بنابراین طول
لولهٔ تلمبهٔ ضغطه ممکن است بسیار زیاد باشد و آب همیشه تا هر ارتفاعی
بالا خواهد آمد مشروط بر اینکه چوب پیستون محکم باشد

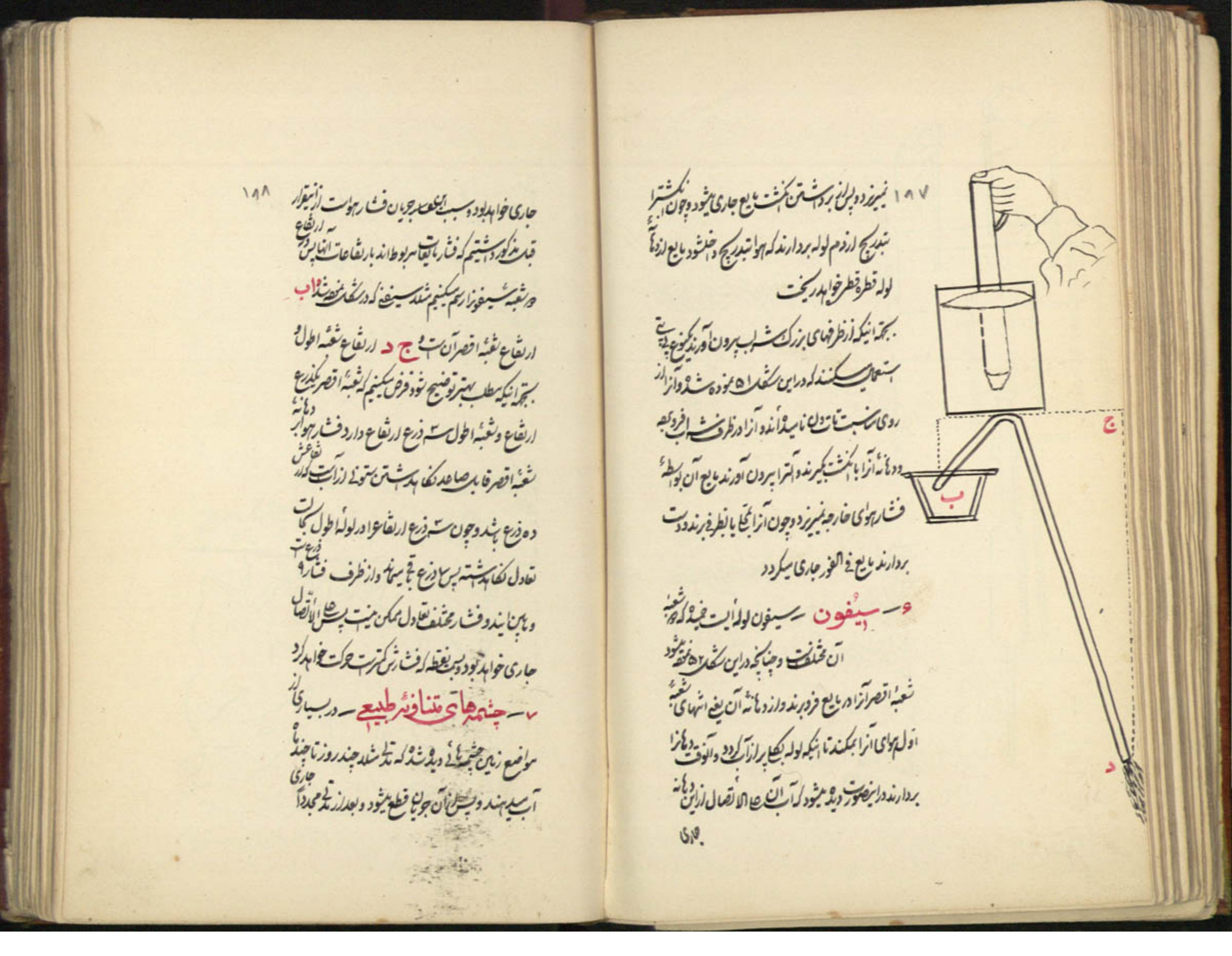
۳ – تلمبه که بجهة خاموش نمودن عماراتیکه آتش گرفته‌اند
استعمال مینمایند این تلمبه مرکب است از دو تلمبهٔ ضغطه که
دو پیستون آنها بواسطهٔ اهرمی بیکدیگر مربوط و بواسطهٔ حرکت آن
اهرم دو پیستون صاعد و نازل میگردند و چون یکی از استوانه‌ها
پر میگردد استوانه دیگر خالی میشود و دو استوانه در ظرفی که فرو رفته‌اند
که اشخاص متعدد علی الاتصال آنرا پر مینمایند و لولهٔ مجری
غلاف قابل انعطاف است و میتوان باعانت آن آبرا تا هر ارتفاعی بالا برد

۴ – تلمبهٔ تنفسی ضغطه – چنانچه از اسم این
تلمبه معلوم است این آلت مرکب است از دو تلمبه که یکی تنفسی و دیگری



ضغط است و مرکب است از استوانه ا که در آن پیستون ع حرکت
مینماید و در پهلوی آن لوله ایست که در شکل به دذ نموده شده
و استوانه مزبوره بواسطه لوله دیگر ب در آب فرو رفته و در محل
اتصال هریک از این دو لوله با استوانه دریچه قرار داده شده
و چون پیستون را صاعد نمائیم آلت مانند تلمبه شفط کار میکند
و دریچه ف باز میگردد و بواسطه فشار هوا دریچه ع بسته
میشود و آب در لوله صاعد میگردد و هنگامیکه پیستون را نازل کنیم
آلت مانند تلمبه ضغط کار میکند و دریچه ف بسته میشود و آب
استوانه دریچه ع را باز نموده در لوله داخل میشود و واضح است
که در این آلت ارتفاع دریچه ف از سطح مایع نباید بیش از
۱۰٫۳ باشد ولی لوله دذ میتواند هر ارتفاعی داشته باشد
۵ — پیپت و تاتن — لوله باریکی را مطابق
این شکل ۴۹ در منبعی فرو میبریم واضح است که منبع و لوله برابر
خواهد ایستاد و بقیه آن لوله پر است از هوا حال اگر دهانه لوله را
با انگشت

با انگشت مسدود کنیم و آنرا از منبع بیرون آوریم رفته رفته
مایع نازل میشود و در همانوقت هوای جوف لوله منبسط و بنابراین قوه
ارتجاعیه اش کاسته میگردد پس وقتی خواهد رسید که فشار هوای
خارجه بر فشار هوای داخله زیادتی خواهد نمود و مایع را در لوله
نگاه میدارد و آنوقت میتوان بکلی لوله را از آب بیرون آورد
بدون اینکه مایع آن بریزد و سبب آن زیادتی فشار هوای خارجه است
ولی انگشت را از دهانه آن برداریم فشار داخله بواسطه دخول هوا
با فشار خارجی برابر میشود و مایع خارج میشود
از روی همین قاعده است که پیپت را در اعمال شیمیائی استعمال
میکنند و باعانت آن مقدار قلیل مایع را از ظرفی بظرف دیگر نقل
میکنند و آن در این شکل ۵ نموده شده و آنها را اغلب از شیشه سازند
و چون پیپت را تا انتهای برآمدگی آن در مایع فرو برند و با دهان
بمکند آن ظرف از مایع پر میشود و بعد از آن با انگشت دهانه آنرا مسدود
نموده لوله را بیرون آورند و در آنصورت مایع بواسطه فشار هوای خارجی



نمیریزد ولی از برداشتن انگشت مایع جاری میشود و چون انگشت را
بتدریج از دم لوله بردارند که هوا بتدریج داخل شود مایع از دهانهٔ
لوله قطره قطره خواهد ریخت

بجهت اینکه از ظرفهای بزرگ شراب بیرون آورند یک نوع پیپت
استعمال میکنند که در این شکل ۱۵۱ نموده شده و آنرا از
روی مناسبت تاتی دل نامیده‌اند و آنرا در ظرف شراب فرو برده
و دهانهٔ آنرا با انگشت بگیرند و آنرا بیرون آورند مایع آن بواسطهٔ
فشار هوای خارجه نمیریزد و چون آنرا به جائی یا ظرفی برند و دست
بردارند مایع فی الفور جاری میگردد

۶ — **سیفون** — سیفون لوله‌ایست خمیده که دو شعبهٔ
آن مختلفست و چنانچه در این شکل ۱۵۲ نموده میشود
شعبهٔ اقصر آنرا در مایع فرو برند و از دهانهٔ آن یعنی انتهای شعبهٔ
اطول هوای آنرا بمکند تا اینکه لوله یکبار پر از آب گردد و آنوقت دهانه را
بردارند در اینصورت دیده میشود که آب آن علی الاتصال از این دهانه
جاری

جاری خواهد بود و سبب این عمل جریان فشار هواست از قرار
قبل مذکور داشتیم که فشارهای مایعات مربوط اند بارتفاعات آنها پس در ارتفاع
در شعبهٔ سیفون را رسم بکنیم شاید سیفون که در شکل نموده شده اب
ارتفاع شعبهٔ اقصر آنست و ج د ارتفاع شعبهٔ اطول و
بجهت اینکه مطلب بهتر توضیح شود فرض بکنیم که شعبهٔ اقصر یک ذرع
ارتفاع و شعبهٔ اطول سه ذرع ارتفاع دارد فشار هوا بر دهانهٔ
شعبهٔ اقصر قابل صاعد نگاه داشتن ستونی از آب که ارتفاعش
ده ذرع باشد و چون سه ذرع ارتفاع در لولهٔ اطول بحالت
تعادل نگاه داشته پس ۷ ذرع تا ۹ ذرع باقیست و از طرف فشار ۹
و باین [illegible] و فشار مختلف تعادل ممکن نیست پس علی الاتصال
جاری خواهد بود و بسمت نقطه که فشارش کمتر است حرکت خواهد کرد

۷ — **چشمه‌های متناوب طبیعی** — در بسیاری از
مواضع زمین چشمه‌هائی دیده شده که تا مدتی چند روز تا چند ماه
آب میدهند و پس از آن جریانش قطع میشود و بعد از مدتی مجدداً جاری



میگردد بسیاری از چشمه‌های دیگر هست که در هر ساعت یا در هر چند دقیقه جریان و قطع جریان مکرر میگردد و آن چشمه‌ها که بطور منظم جاری میشوند چشمه‌های متناوبه طبیعی گوئیم مانند چشمه کهلار که هر ۷ دقیقه به ۲ دقیقه جاری میشود و چشمه بوئی کر که از شش ساعت بعد از نصف شب الی ظهر و از شش ساعت بعد از ظهر الی نصف شب جاری میگردد

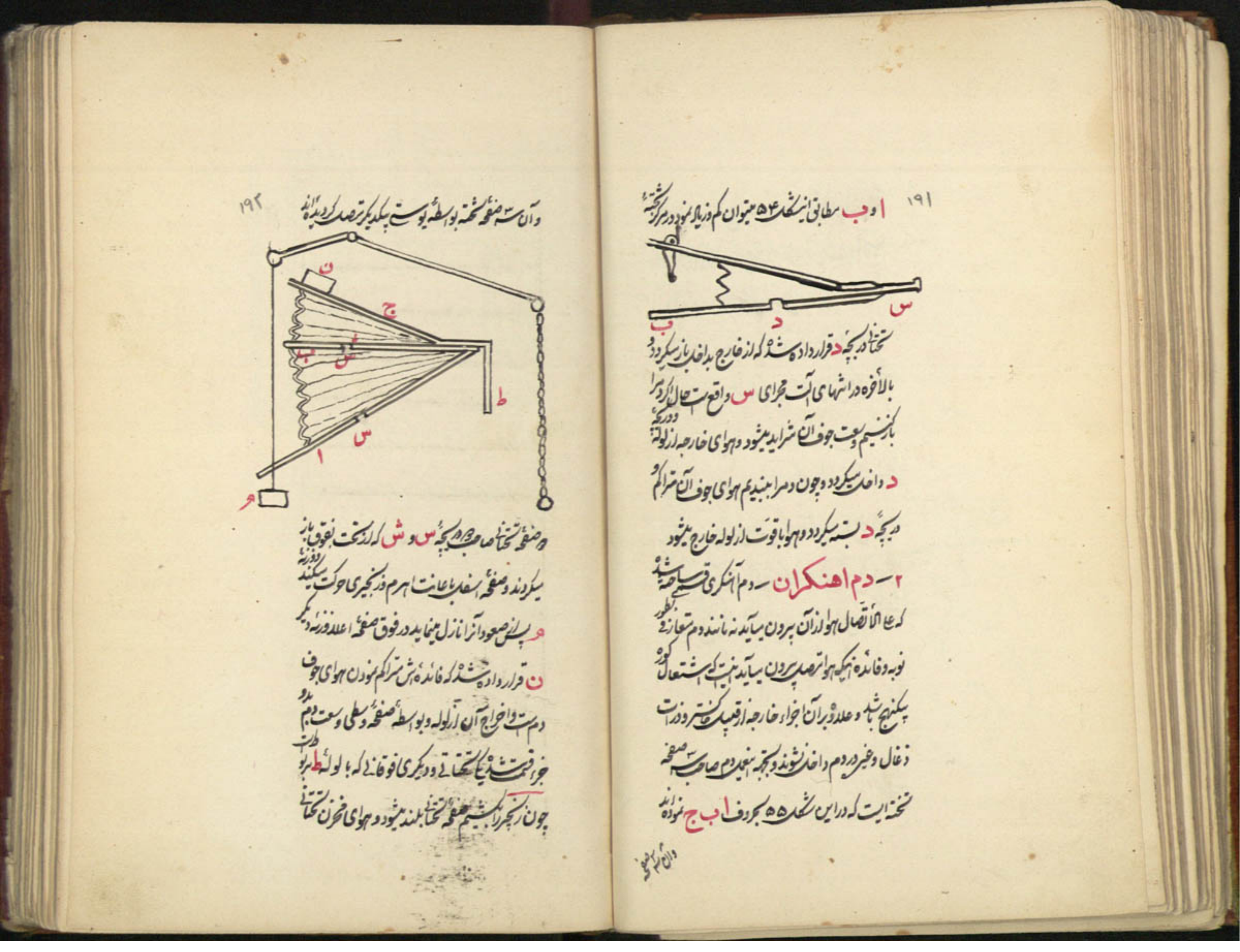
۸ - توضیح و اثبات چشمه‌های متناوبه -

عمل چشمه‌های متناوبه بعینه عمل سیفون است پس فرض میکنیم در اعماق زمین محلی یافت شود که آبهای منتشره در زمین در آن نقطه جمع شود و [illegible] بواسطه مجرای انحنا چنانچه در این شکل ۵۳ نشان داده شد

مانند سیفون با خارج مربوط باشد و فرض میکنیم مقدار آبی که از این مجری میتواند خارج شد بیشتر از آن مقدار آبی باشد که در آن گودال داخل میشود پس در اینصورت مجری پر خواهد شد و تا سطح آب بنقطه ع رسد جریان آن ممکن نیست ولی همینکه آب بانجا رسید مجری پر میشود و چون پر شد سیفون کار میکند و آب گودال را بیرون میریزد و چون مقدار آبیکه خارج میگردد زیادتر از آبهای منتشره است پس محققا گودال یکباره خالی خواهد شد و سیفون از کار میافتد و وقت افتادن سیفون از کار آنوقتی است که سطح مایع به ا ز رسید پس از آن آبهائیکه منتشر میکنند مجددا سطح مایع را بالا میبرند و مایع رفته رفته بنقطه ع رسید مجددا سیفون پر میگردد و آب جاری میشود

فصل دوازدهم در انواع دم و بالن

۱ - **دم متعارفی** - این آلت مرکب است از دو قطعه تخته که بواسطه پوست نرمی چنان بیکدیگر متصل شده‌اند که از آنها و از پوست یکنوع کیسه بوجود آمده و سطح داخله آنرا باعانت [illegible] بسته



ا و ب مطابق این شکل ۵۴ میتوان کم و زیاد نمود در سر تخته
تحتانی دریچه د قرار داده شده که از خارج بداخل باز میگردد و
بالاخره در انتهای آلت مجرای س واقع است حال اگر دم را
باز نمائیم وسعت جوف آن زیاد میشود و هوای خارجه از دریچه
د داخل میگردد و چون دم را ببندیم هوای جوف آن متراکم و
دریچه د بسته میگردد و هوا با قوت از لوله خارج میشود

۲ — **دم اهنگران** — دم آهنگری قسم دیگر ساخته شده
که علی الاتصال هوا از آن بیرون میآید نه مانند دم متعارفی بطور
نوبه و فایده اینکه هوا متصل بیرون میآید اینست که اشتعال کوره
یکنهج باشد و علاوه بر آن اجزاء خارجه از قبیل خاکستر و ذرات
ذغال و غیره در دم داخل نشوند و تخته میانی دم صاحب سه صفحه
تخته ایست که در این شکل ۵۵ بحروف ا ب ج نموده اند

و آن سه صفحه

و آن سه صفحه تخته بواسطه پوست بیکدیگر متصل گردیده اند

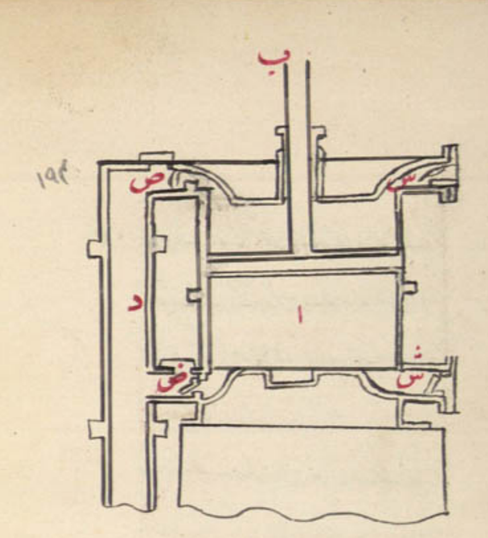
و صفحه تحتانی صاحب دو دریچه س و ش که از تحت بفوق باز
میگردند و صفحه اسفل با اعانت اهرم و زنجیری حرکت میکند
و پس از صعود آنرا نازل مینماید در فوق صفحه اعلا وزنه دیگر
ن قرار داده شده که فایده اش متراکم نمودن هوای جوف
دم است و اخراج آن از لوله و بواسطه صفحه وسطی وسعت دم
بدو جزء قسمت شده یکی تحتانی و دیگری فوقانی که با لوله ط مربوط است
چون زنجیر را بکشیم صفحه تحتانی بلند میشود و هوای مخزن تحتانی

متراکم گردیده دریچهٔ س بسته میشود و بالعکس دریچهٔ ش باز و هوا
در مخزن فوقانی داخل میگردد و صفحهٔ ا دو زنهٔ ن را میبندد و از قوت
فرزنهٔ و هوا را متراکم نموده با قوت از لوله خارج مینماید در همان
وقت دستهٔ دستگاه زنجیر بر میدارد و پس فرزنهٔ و صفحهٔ تحتانی را
پایین میآورد و دریچهٔ س باز شده هوای خارجه در مخزن
تحتانی داخل میگردد و هنگامیکه این مخزن پر میشود مخزن فوقانی
خالی میگردد حال چون مجدداً زنجیر را بکشیم هوای مخزن تحتانی
در مخزن فوقانی داخل میگردد و همانحالا برور میکند و علی الاتصال
هوا از لوله خارج میگردد

۳ - چرخهای دمنده

چرخهای دمنده که در صنایع استعمال میکنند بسیار زیاد و ما معمولترین آنها را ذکر میکنیم

در استوانهٔ ا مطابق این شکل ۶۵ که دو طرف آن مسدود است
پیستون مصمتی بواسطهٔ میلهٔ ب که متصل بچرخ بخاری است حرکت
میکند و استوانه بواسطهٔ پیستون بدو جزء تغییر پذیر قسمت میشود و هر یک
ازآن



ازآن دو جزء بواسطهٔ مجرائی با هوای خارج متصل میگردد و در دهانهٔ
آن دو مجری دو دریچهٔ س و ش قرار داده شده که از خارج بداخل
باز میگردند و از طرف دیگر با لولهٔ د که منتهای آن داخل کوره
میگردد مربوط شده‌اند و در دهانهٔ آن لوله دو دریچهٔ ص و ض
از داخل استوانه بخارج باز میگردند و از این چهار دریچه بهیئت جفت
باز و دو عدد دیگر بسته‌اند و در جاهائیکه باهم باز و بسته میشوند
تقاطر واقع شده‌اند وقتیکه پیستون نزول میکند هوای متراکم
لولهٔ د دریچهٔ ض را میبندد و هوای خارجی دریچهٔ س را باز میکند

و در وسعت بالای پیستون داخل میشود در همانحال که مخزن
فوقانی پر میشود مخزن تحتانی خالی میگردد چرا که هوا بواسطهٔ نزول پیستون
متراکم شده ش را می بندد و ص را باز میکند و در لولهٔ
د داخل میگردد و چون پیستون عالی شود س و ص بسته میشوند
و ش و ض باز بنابراین مخزن تحتانی پر و مخزن فوقانی خالی میگردد

۴ـ در انطباق قاعدهٔ ارشمیدس ببخارات

مایعات بواسطهٔ وزن و قابلیت حرکت ذرات شان بر اجسام مستقر
از تحت بفوق قوهٔ وارد میآورند که باعث خفت وزن آن اجسام
میشد و آن فشار مساوی است بوزن مایعیکه آن جسم قایم مقام آن
شده بخارات نیز مانند مایعات وزین و ذرات شان متحرک است
پس قاعدهٔ ارشمیدس در بخارات نیز جاری است پس بخارات
نیز چون مایعات بر اجسامیکه در آنها فرو رفته باشند فشار از تحت
بفوق وارد میآورند مساوی بوزن مقدار بخاری که جسم
قایم مقام آن شده

۵ـ بارُسکپ

ـ فشار از تحت بفوق بخارات را
میتوان بواسطهٔ تجربه و باعانت بارسکپ توضیح نمود این آلت
مرکب است از شاهینی که در یکطرف آن کلولهٔ مجوف بزرگی تعلق
و در طرف دیگر وزنهٔ مصمتی چون و که حجمش از حجم کلوله بسیار
کمتر است مطابق این شکل ۵۷ در حجم مذکور قسمی بسته شده که
میزان در هوا بحالت تعادل است یعنی که شاهین افقی است و چون
آنرا در تحت حباب کلیهٔ هوا قرار دهند و هوای آنرا خارج کنند
آنسمتی که کلولهٔ بزرگ آویخته شده است نازل میگردد و سبب این است
که در هوا از آنها و حجم بقدر وزن همانقدر هوا کم میشد و چون
حجم کلوله بیشتر بود از آن بیشتر کم میگردید و تعادلی که دست داده بود
حال چون هوا استخراج شد از هیچیک از آن دو جسم چیزی کم
نشود و یا بعبارت دیگر آنچه از وزن کلوله و وزنه کم میشد در آنها
افزوده میشود و شاهین بدان سمتی نازل میگردد که جسم حجیم آویخته شده

۶ـ مُنْگُلفیر

ـ صعود بالنها بواسطهٔ فشار

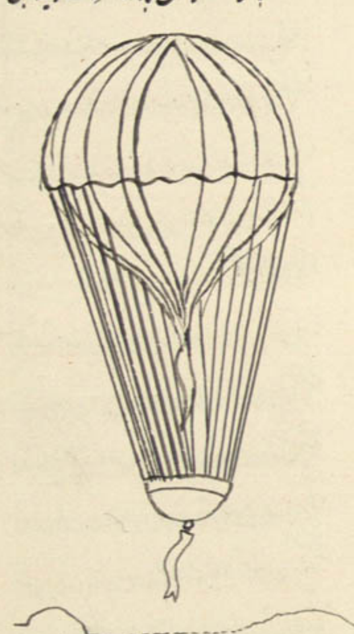
از تحت بفوق یعنی بوسیله هوا است و برادران کاغذ ساز شهر آنونه
که متعلق به بلاد اردش و موسوم به منکلفیر بخاطرشان رسید که
با لفاف بالنی یعنی کره که از هوای گرم مملو باشد بهوا صعود نمایند
حرارت حجم هوا را بزرگ میکند و کثرت حجم باعث خفت وزن میگردد
پس فرض میکنیم که بالن پر از هوای گرم که منکلفیر ساخته اند ۱۵ ذرع
قطر داشته باشد در اینصورت حجم آن ۵۶۵ ذرع مکعب خواهد بود
و هوای گرم جوف آن شاید یک ذرع مکعب هوای سرد در هر ذرع مکعب ۱۳۰
سیر وزن دارد و حال آنکه یک ذرع مکعب هوای سرد خارج تقریباً
نیم من وزن دارد پس وزن تمام هوای گرم قریب ۲۱۲ من و وزن
هوای سردی که بالن قایم مقام آن شده ۲۷۵ خواهد بود پس
هوای گرم داخل بواسطه هوای سرد خارج فشار از تحت بفوق
وارد میآید و بالن با قوتی که با اختلاف این دو وزن یعنی
قوتی معادل ۶۳ من صعود مینماید پس اگر وزن پرده و طنابها
و نشیمن زیر و اشخاصیکه در آن می نشینند و اسبابهائیکه با خود

میبرند

میبرند کمتر از ۶۳ من باشد بالن صعود خواهد نمود چرا که تمام
وزنش کمتر است از پوسته هوای سرد اطراف چون بالن قدری
صعود نمود رفته رفته هوای جوفش سرد میگردد و نزول میکند
پس حکمت اینکه بعد بالن را در هوا نگاه دارند در دهانه آن آتشی
میافروزند و تا مدتی که آتش موجود است هوای جوف بالن گرم
در هوا میایستد و کلیة جمیع انواع بالنهائیکه تیرا که با هوای
گرم صعود میکنند منکلفیر نامند

٧ — **اریستا** — بالنهای هوای گرم دارا در اینعصر کمتر
استعمال میکنند چرا که بار کمرا با حجم زیاد باید بلند کنند و بسبب اینست
که اختلاف وزن هوای گرم با سرد قلیل است علاوه بر آن
خطر دیگر آن بالنها اینست که باید آتش در آنها افروخت و ممکن است
که بالن بسوزد و آنها را قدیم با پارچه میساختند که از کاغذ آنرا
آستر کرده بودند و حال بالنهائیکه میسازند تافته و رنه دار است
و بجای هوای گرم بخار نشیدر را که چهارده برابر سبکتر از هوا است

در بالن پر میکنند و این نوع بالنها را ارِستا گویند مطابق شکل ۵۸



طوری از طناب بالن را احاطه نموده و زنبیل فوقانی از آن پوشانده
و از اطراف آن طوقه طنابهای چند کشیده شده و در انتهای آن طنابها
زنبیل

سبدی از نی بسته‌اند که ناسِل گویند بالن نشینان با خود یک
میزان الهوای فلزی یک لنگر و بجهت لِست چندین کیسه ریگ بر میدارند
و میزان الهوا بجهت تعیین ارتفاع بالن است و فهمیدن اینکه صعود یا نزول میکند

۵ — محل استعمال لِست

— جزء عمده‌ی ارِستا
دارای دریچه‌ایست که بالن نشینان باعانت طنابها میتوانند آنرا
باز کنند و ببندند پس هر وقت بخواهند پایین بیایند دریچه را
باز میکنند در آنحالت جزئی از هیدروژن خارج میشود و بجای
آن هوا داخل و بالن ثقیل‌تر گردیده بنای نزول مینماید و در آنوقت
که فایده‌ی لست ظاهر میشود چرا که اگر بالن همینکه نزدیک بزمین
رسید در بالای محل خطرناکی چون رود یا جنگل و یا دره واقع
شود تکلیف بالن نشین اینست که مجدداً صعود نماید و در محل
مناسبی نازل شود در آنصورت مقداری از آن ریگها را از
ناسِل بیرون میریزد و بالن سبکتر شده صعود مینماید و تا وقتیکه
بالن نشین لِست دارد میتواند محل نزول خود را انتخاب نماید و آنوقت

که لنگر را بنوک طناب بلندی بسته بزمین افکنند تا در نقطهٔ فرود
رود و تکیه گاهی بدست آید تا بتوان باعانت آن بتدریج نزدیک بزمین آورد

۹ — نتایج صعود با ارستات

صعود با ارستات تنها فائده‌اش تماشا و اسباب مشغولیت نیست بلکه علم این آلات بکار
میبرد و باعانت آن در قطر کرهٔ هوا سیر میکنند و اصول نتایجی که
بواسطهٔ آنها بدست آمده از قرار ذیل است

هر قدر از سطح زمین بالا رویم حرارت در تناقص است اینفقره بواسطهٔ
صعود جبال مرتفعه نیز ظاهر میشود ولی قاعدهٔ تناقص حرارت
هنوز معلوم نیست همین قدر است که تا چهار هزار ذرع ارتفاع
میتوان گفت که بطور متوسط تقریباً در ۱۷۹ ذرع یکدرجه حرارت
کم میشود ولی از آن ارتفاع بالا برود تناقص کم میشود و از آن
بعد متزاید میگردد و میتوان گمان کرد که در طبقات علیای
کرهٔ هوا علی الاتصال برودتی موجود است که در هیچیک از زمستانهای
سخت زمین هنوز نظیر آن دیده نشده در سنهٔ ۱۸۰۴ گیلوسک خود را

۷۰۰۰ ذرع ارتفاع رسانید و معین نمود که حرارت آن
نقاط در فضا که سطح زمین ۲۷ درجه بالای صفر بوده ۱۰ درجه
زیر صفر است و در سنهٔ ۱۸۵۰ دو نفر دیگر از علما تقریباً بهمان ارتفاع
رسیدند و درجهٔ حرارت را کمتر از آن یافتند و در سنهٔ ۱۸۶۲ دو نفر دیگر
بارتفاع ۱۰۰۰۰ ذرع رسیدند و این منتهای ارتفاعیست که تا
بحال انسان بآن واصل شده و در آن ارتفاع میزان الهوا
به ۸ر۳ گره رسیده بود و میزان الحرارة ۲۷ درجه زیر صفر

ثانیاً رطوبت هوا بکمال سرعت تنزل میکند و قریب ۷۰۰۰ ذرعی
که منتهای صعود گیلوسک بود آنقدر خشک بود که پوست [illegible]
و شیء اینکه چوب آتش گرفته باشند جمع و پژمرده میشد بخار آب
در همان اجزا سفلای هوا موجود است و ابرها متعلق بهمان طبقات شد
و در طبقات علیا همیشه هوای خشک دائمی موجود است و بخارات
زمین بآن طبقات نمیرسند و غرش رعد و تلألؤ برق در آن نقاط
مسموع و مرئی نشود و در روی برف و تگرگ و باران نمیبینند

در طبقات علیای هوا صداهائیکه در سطح زمین حادث میشود نرسند
و سکوت دائمی در آن نقاط چنان موجود است که باعث وحشت
میشود و رفته رفته زمین از نظر مخفی و جلو صحراها و دره‌ها و کوهها را
مه غلیظی میگیرد چنانچه اجزاء آنها مشهود نمیگردد و رنگ آسمان نیز
تغییر یافته آبی [illegible] تیره رنگ میشود و برودت زیاد در بدن انسان
نفوذ میکند و رفته رفته سستی و دوار حاصل میشود و در ۱۰۰۰۰ ذرع
ارتفاع یکی از علما با دست خود هیچ کار نمیتوانست کرد و در آن
نقاط تنفس متوالی و دوران دم سریع میگردد کیوتک در آن ارتفاع
عدد قرعات نبض خود را شمرد و عوض ۷۰ قرعه ۱۲۰ یافت در آن
نقاط لبها ترک کند و میل دم بچشمها زیاد گردد و در گوش طنین پیدا
شود و این علامات مینماید که در آن نقاط جان در خطر است

مقاله

مقالهٔ ثانی — حرارت

فصل اول در انبساط اجسام بواسطهٔ حرارت و انواع میزان الحراره

۱— **حرارت و برودت** — هر جسمی که حرارتش همیشه
یک اندازه باشد ممکن است که بر حسب موقع بنظر ما گرم یا سرد آید
مثلاً آب چاههای عمیق از اول سال تا آخر حرارتشان تغییر نمیکند ولی
در تابستان بنظر ما سرد و در زمستان گرم مینماید و اینحالت بواسطهٔ
آنست که هوای محیط ما بحسب فصول حرارتش تغییر میکند در تابستان
گرمتر از آنچه است و در زمستان سردتر از آن و چون از هوای سرد
زمستان دست را در آن آب فرو بریم بنظر گرم مینماید و بالعکس اگر از
هوای گرم تابستان چون در آن آب داخل شود سرد بنظر آید پس معلوم میشود که
حرارت جسمی همیشه یک اندازه باشد ممکن است بحسب موقع سرد یا گرم
بنظر آید پس برودت وجود خارجی ندارد و لفظی است ضد حرارت
و جسم سرد گوئیم که نسبت بجسم گرمتر باشد بالعبارة دیگر جمیع اجسام گرم اند

و درجهٔ حرارت آنها مختلف است و ما آنها را گرم یا سرد گوییم در صورتیکه
حرارت آنها بیشتر یا کمتر از حرارت بدن خود ما باشد حرارت پس در همه جا
هست و لفظ برودت محض تعیین درجات حرارت است و مقصود از
سرد نمودن جسمی نه اینست که بآن برودت دهیم چرا که برودت وجود خارجی
ندارد بلکه مقصود آنست که از حرارت آن بکاهیم

حرارت حاصل میشود بواسطهٔ حرکت ارتعاشی بسیار سریع ذرات جسم
و سرعت آن حرکت بقدری زیاد است که مرئی نمیشود ولی میتوان آن را معلوم نمود

۲ — **انبساط و انقباض** — چون جسمی حرارت میدهیم جامد
و چه مایع و چه بخار حجمش بزرگ میشود و جمیع ابعاد آن طویل میگردند
و در اینحالت گویند جسم منبسط شد و چون از حرارت جسمی کاسته شود
حجم آن کم میشود و ابعاد آن قصیر میگردند و در اینحالت گویند جسم منقبض شد
و اینها و اثرهای دیگر که بواسطهٔ ازدیاد و نقصان حرارت بظهور میرسند
انبساط و انقباض گویند ما چند تجربهٔ ذیل را در اینباب ذکر میکنیم

۳ — **میزان النار صفحه دار** — میلهٔ آهن اب
مطابق

مطابق این شکل ۹۵ بواسطهٔ پیچ فشار ث بپایهٔ راست
متصل است و بطور آزادی در سوراخ پایهٔ سمت چپ میتواند حرکت
کند و نوک آن بر یکی از بازوهای اهرم خمیدهٔ ح ف ذ
که در حول نقطهٔ ف حرکت میکند تکیه دارد و بازوی طویل آن
اهرم عقربه ایست که در روی ربع دایرهٔ منقسم متحرک است در آنی
که میله سرد است عقربه افقی است و برابر صفر ربع دایره است
و در زیر آن میله ظرفی نهند ج د مملو از الکل قرار میدهند و
چندین قطعه پنبه در آن میاندازند و روشن میکنند پس میلهٔ گرم
میشود و طویل میگردد ولی چون انتهای ب بواسطهٔ پیچ فشار
آزاد نیست تمام ازدیاد طول در جهت ا خواهد بود و بنابراین نوک
میله بر بازوی قصیر اهرم فشار وارد میآورد و عقربه در روی
ربع دایره حرکت میکند و چون الکل را خاموش کنیم میله سرد میشود



و منقبض میگردد و بتدریج انتهای آن عقب میرود و عقربه بواسطهٔ
ثقل خود نازل میگردد

چون همین عمل را با میلهٔ که همان طول داشته باشد و از مادهٔ دیگر ساخته شده
باشند مکرر کنیم معلوم میشود که عقربهٔ ذ در روی صفحه بالاتر
میرود و بنابراین مواد مختلفه بتساوی منبسط نمیگردند و مخصوصاً
مس بیشتر از آهن منبسط میشود

۴ — حلقهٔ گراوزاند صاحب — از تجربهٔ فوق معلوم میشود
که جامدات بواسطهٔ ازدیاد حرارت منبسط و بواسطهٔ نقصان آن منقبض
میگردند ولی اجسام بواسطهٔ حرارت در جمیع جهات منبسط میشوند و حجم آنها
افزوده میشود و بواسطهٔ نقصان حرارت از جمیع جهات منقبض میگردند
و بجهة اثبات این مطلب آلتی استعمال میکنند موسوم بحلقهٔ گراوزاند
مطابق این شکل ٤ و آن آلت مرکب است از کرهٔ فلزی ب و حلقهٔ
ا و پیش از گرم کردن کره از آن حلقه عبور میکند ولی اگر بچراغ الکل
آن کره را گرم کنیم دیگر از حلقه نمیگذرد و لیکن وقتی سرد شد حالت
اول

اول از آن عبور میکند

۵ — در انبساط و انقباض مایعات — حباب کروی
شکل گردن بلندی مانند ا ث را مطابق این شکل ۵ از
مایع رنگینی پر میکنند و در ابتدا ارتفاع آن مایع تا ارتفاعی که نقطهٔ د
میباشد و اگر آن کره را گرم کنند اول ارتفاع مایع نازل
میشود بجهة اینکه حرارت اول ظرف را منبسط میکند و بر ظرفیت آن
میافزاید و بعد چون حرارت بخود مایع رسید حجم آن زیاد گردیده
و در لوله صعود میکند و از دهانهٔ آن میریزد و پس از سرد شدن
دوباره ستون مایع نازل میگردد

۶ — در انقباض و انبساط بخارات — بخارات
بیشتر از مایعات منبسط و منقبض میشوند و بجهة اثبات این فقره کرهٔ
بلوری ا را مطابق این شکل ۶ که مربوط بلولهٔ آلت ممتلی از هوا
یا گاز دیگری میکنیم و ستونی از زیبق را که ارتفاع کمی دارد فاصل مشترک
مابین هوای داخله و هوای خارجه قرار میدهیم حال اگر کره را قدری

حرارت داده و هیم شده در دست بگیریم بواسطه انبساط هوای آن ستون زیبق صاعد میشود و اگر بعد آنرا در آب سرد فرو بریم هوای جوف آلت منقبض و زیبق نازل میگردد

۷ — در محل استعمال انبساط و انقباض —

چرخ کالسکه مرکبست از اجزاء مختلفه یا قطعه چوبهای خراطی کرده که دو سر آن چوبها متصرف بیکدیگر متصل نموده و از محور مانند و محور در امتداد نصف قطر عراده قطعات این چوب متصل شده اند و محور عراده را بمحیط آن مربوط میکنند و پس از آن خود محیط عراده است که از قطعه چوبهای چند ترکیب شده و بجهة وصل آن قطعات چوب دایره آهنی درست میکنند قدری کوچکتر از عراده که در حالت طبیعی شواند بر محیط آن عراده واقع شود آنوقت آن حلقه آهنی را حرارت میدهند تا منبسط گردد و عراده را بدون زحمت در آن داخل میکنند و پس از آن حلقه را با آب سرد میکنند تا منقبض گردد و بواسطه آن اجزاء چرخ را بیکدیگر متصل

نگاهدارد

نگاهدارد علاوه بر آن فائده انحلقه اینست که مانع از اصطکاک چوب عراده میشود

۸ — پرچین —

بجهة شد و وصل قطعات آهن مثلا در ساختن دیگهای بخار میخهای کلفت چند را در آتش سرخ کنند و همانطور در سوراخهائیکه پیش در قطعات آهن ترتیب داده اند داخل نمایند و پس از آن نوک میخرا که بیرون آمده پهن کنند و با چکش دو قطعه آهنرا بیکدیگر ملصق نمایند و چون میخ سرد شود منقبض گردد و کوتاهتر شود و دو قطعه آهنرا بیکدیگر نزدیکتر و بخوبی متصل کنند و این عمل را پرچین گویند

۹ — رایل و کریل —

رایلهای آهنی راه آهن را که بتالی یکدیگر قرار میدهند و کالسکه از روی آن حرکت مینماید متصل نمیکنند و ما بین هر دو رایل فاصله موجودست و این فاصله بجهة آنست که در حرارت تابستان بجهة انبساط جابجا شده و اگر این فاصله موجود نبود بواسطه انبساط رایل از راه خارج میشد و در مدت تابستان

هرگاه راه آهنی که صد هزار ذرع طول داشته باشد ۷۰ ذرع
بر طولش افزوده میشود

فرض میکنیم که در فصل تابستان پنجرهٔ مشبکی با میلهای آهنین
ترتیب دهند و هر میلهٔ آهن در مصالح بنائی محکم شده باشد و بعد
زمستان آید بواسطهٔ برودت در آن میلها انقباض حاصل شود و
کوتاه گردند در آنصورت دو حالت ممکن است اتفاق افتد یا آنکه
مصالح بنائی تاب نیاورده خراب میشوند و یا اگر مقاومت آنها
زیاد باشند میلها میشکنند و اگر آن مشبک در مدت زمستان
ساخته شده باشد و بعد تابستان آید هر یک از آن میلها بواسطهٔ انبساط
خم خواهند شد و بجهة ممانعت از شکستن و خم شدن کافیست
یکطرف آن میلها را در جوف سوراخ خود آزاد بگذاریم

۱۰ — **شیروانی روئی** — ورقه های روی را
اگر بیکدیگر میخ مینمودند و بام شیروانی را با آن میپوشانیدند
بواسطهٔ انقباض و انبساط پاره یا خم میشدند و بجهة آنکه این اتفاق
نیفتد

نیفتد بیکدیگر آنها را میخ نمیکنند

۱۱ — **لولهای فلزی** — بجهة جریان آب و حمل و نقل
بخار که از لولهای فلزی استعمال میکنند که قطعه قطعه در یکدیگر داخل
میکردند و متصل بیکدیگر نمیشدند و نوک آنها در لولهٔ دیگر آزاد است
بجهة آنکه در حرارت تابستان محض انبساط خود جای داشته باشند
و اگر این احتیاط را نمیکردند بواسطهٔ انبساط لوله خورد میشد

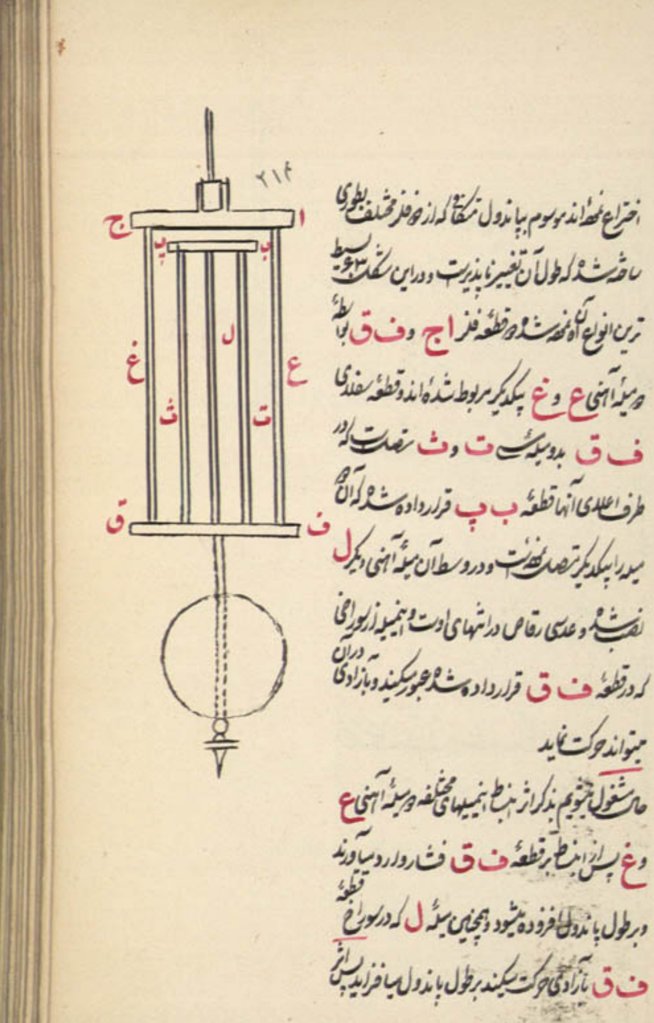
۱۲ — **فلاکن سنباده** — بعضی فلاکنهای مخصوص
آنهائیرا که در شیمی استعمال میکنند سر بلورینی دارند که در کمال
خوبی با داخل دهانهٔ فلاکن ملصق میگردد و اینفلاکنها را سنباده
گویند بجهة آنکه سر آنها و داخل دهانهٔ آنها را با سائیدن غبار سختی معروف
به سنباده زبر کرده اند و غالب اوقات پس از چندی دهان فلاکن
باز نمیشود و هر چه قوت میکنیم بیرون نمیآید در اینصورت بجهة باز
کردن سر فلاکن کافیست با حرارت چراغ الکل دهانهٔ آنرا از خارج
گرم کنند و لیکن نه آنقدر که حرارت به سر فلاکن برسد در اینحالت

دهانهٔ فلدک منبسط گردیده و سر آن بسهولت باز میشود

۱۳ — بجهة تصور قوت بی اندازهٔ که از انبساط و انقباض اجسام بظهور میرسد شاهد دیگر اندکور مینمائیم

در پاریس بنائی موجود است که کنسرواتوار و وقتی دو دیوار یکی از دالانهای آن بسمت خارج مایل شده بودند و بواسطهٔ فشاریکه از بناهای فوقانی و سقف آن بر دیوار وارد میآمد یقین بود که خراب خواهد شد بجهة اینکه آن دو دیوار را راست کنند از آنها میلهای آهنی قوی چندی گذرانیده و از خارج آنها را مهره کردند و وقت عمل آنمیلهها را سرخ نموده بودند و طول آنها افزوده شده بود بعد از سرد شدن بواسطهٔ انقباض دیوارها را بیکدیگر نزدیک کرده آنها را قائم نمودند

۱۴ — **پاندول متکافی** — بواسطهٔ اثر حرارت میلهٔ رقاصهای ساعت طویل میشوند و نوسان آنها بطی میگردد و بواسطهٔ اثر برودت عکس این حالات بروز میکند چرا که طول پاندول کمتر و نوسان آن سریع میگردد و ساعت تند میشود بجهة رفع این نقص پاندول



اختراع نموده اند موسوم به پاندول متکافی که از دو فلز مختلف بطوری ساخته شده که طول آن تغییر ناپذیر است و در این شکل یکی از بسیط ترین انواع آن نموده شده دو قطعهٔ فلز اج و ف ق بواسطهٔ دو میلهٔ آهنی ع و غ بیکدیگر مربوط شده اند و قطعهٔ فولادی ف ق بدو میلهٔ مس ت و ث متصل است که در طرف اعلای آنها قطعهٔ ب پ قرار داده شده که آن دو میله را بیکدیگر متصل نموده است و در وسط آن میلهٔ آهنی دیگر ل نصب شده و عدسی رقاص در انتهای اوست و میلهٔ از سوراخی که در قطعهٔ ف ق قرار داده شده عبور میکند و بآزادی در آن میتواند حرکت نماید

حال مشغول میشویم بذکر اثر انبساط میلههای مختلفه در میلهٔ آهنی ع و غ پس از انبساط بر قطعهٔ ف ق فشار وارد میآورند و بر طول پاندول افزوده میشود و همچنین میلهٔ ل که در سوراخ قطعهٔ ف ق بآزادی حرکت میکند بر طول پاندول میافزاید پس اثر

انبساط سیمهای آهنین افزایش طول پاندول است ولی سیمهای مس
ق و ث که از طرف سفلی بقطعهٔ ف ق مربوطند قطعهٔ
ز آ و ب پ را بالا میبرند و از طول پاندول میکاهند و
باین طریق انبساط سیمهای آهن طول پاندول را میافزاید و انبساط سیمهای
مسی از طول آن میکاهد و چون آهن کمتر از مس منبسط میشود سیمهای
آهن را طول از سیمهای مس ساخته اند تا انبساط آنها برابر باشد و اثر
آنها در جهة مقابل با یکدیگر تلافی کنند و طول پاندول ثابت بماند و آنچه
در باب انبساط مذکور داشتیم در انقباض آن فلزات نیز صحیح است

۱۵ میزان الحرارهٔ زیبقی

بزرگترین فایدهٔ که از
انبساط مایعات بدست آمده اینست که باعانت آن حرارت اجسام را اندازه
میگیرند و آن آلات را میزان الحراره گویند و معمولاً زیبق را استعمال میکنند
بجهة ساختن میزان الحرارهٔ زیبقی لولهٔ بسیار باریک را که قطر داخل آن
بقدر موئی باشد و بهمان دلیل لولهٔ شعری نامند اختیار میکنیم در یک
طرف لوله مخزنی مانند ب مطابق این شکل ۲۴ ساخته شده و در طرف
دیگر

دیگر دهانهٔ آن لوله را مانند قیفی ساخته اند آن قیف را از زیبق خالص
خشک پر میکنند و بواسطهٔ باریکی مجری زیبق در لوله داخل نمیشود
پس بجهة داخل نمودن زیبق با چراغ الکل مخزن تحتانی را حرارت
میدهند هوای آن منبسط میگردد و مقداری از آن بشکل حباب
از زیبق قیف عبور نموده جزو هوا میشود آنوقت آنرا میگذارند
سرد شود هوای جوف آن منقبض میگردد و بنابراین وسعتی خالی
میماند و مقداری از آن زیبق از لوله داخل مخزن میگردد و این عمل را
آنقدر تجدید میکنند تا مخزن و یک جزئی از لوله ممتلی شود آنوقت آنرا چند باره
حرارت میدهند تا زیبق منبسط گردد و تمام لوله را پر کند بعد از آن
دهانهٔ لوله را با حرارت میبندند و قیف را از آن جدا میکنند پس از آن
آنرا بحالت خود میگذارند تا سرد شود و زیبق منقبض گردیده لوله را
خالی نماید و داخل مخزن میگردد
بجهة تقسیم آلت اولاً آنرا در یخی که مشغول ذوبست فرو میبریم و آنقدر
نگاه میداریم که ستون زیبق بعد از انخفاض در نقطه بایستد آن نقطه را

نشان موده صفر قرار رسید هیم ولی نباید بواسطه این اسم باشتباه افتاد
چراکه وقتی که بگوییم حرارت جسمی صفر است مقصود این نیست که جسم
گرم نیست و حرارت ندارد بلکه مقصود اینست که حرارت آن مساوی است
با حرارت یخ در وقت آب شدن و واضح است که یخ در وقت آب شدن باز یکمقدار حرارت
دارد چراکه شلغ از یخ در وقت آب شدن گرمتر است از زیبق منعقد نیز گرمتر است
پس صفر میزان الحراره نظیر اسم جسمی نیست و مقصود این نیست که جسم
هیچ حرارت ندارد بلکه لفظ صفر مینماید مقدار حرارتیرا که متعلق است
بیخ در وقت آب شدن و بجهة اندازه حرارت سایر اجسام آنرا ماخذ قرار داده اند
پس از آن میزان الحراره را در آب جوش فرو برند و آنقدر نگاه میدارند
که زیبق پس از صعود در نقطهٔ بایستد و آنوقت آن نقطه را نشان
میکنند و ۱۰۰ قرار میدهند و فاصله مابین حرارت یخ و حرارت
بخار آب را بصد جزء متساوی قسمت میکنند و یکی از آن قسمتها را
از صفر بپایین و از صد ببالا به تقسیمات دیگر نیز بهمین منهاج مینمایند
ولی هرگز عدد تقسیمات این میزان الحراره از ۳۰۰ نباید تجاوز بکند

چراکه زیبق در چنین زیبقی حرارت بغلیان آید و از آن بالاتر این
آنرا استعمال نمیتوان کرد چراکه غلیان زیبق شیشه را خورد
میکند و از صفر بپایین تر تا چهل پست تر نروند بجهة اینکه زیبق در
حوالی زیر چهل منجمد میشود این آنرا میزان الحراره صد قسمتی گویند
و هر یک از تقسیمات آنرا درجه گویند و این اسم از بابت
اینست که فاصله مابین حرارت یخ و آب جوش بصد قسمت شده
گاهی نیز آنرا بهشتاد قسمت نمایند و آنرا میزان الحراره هشتاد
قسمتی یا رامور گویند گاهی تقسیمات را با عدد درجات در روی
لوله حک میکنند و گاه لوله را بصفحه تخته نصب میکنند و در
روی آن صفحه در کنار لوله تقسیمات و عدد آنها ثبت شده درجات
تحت صفر را سفلی گویند و درجات فوق آنرا اثبت و بنابراین
در حد میزان الحراره زیبقی ۳۶۰ + و ۴۰ - خواهد بود
ولی اغلب در هر میزان الحراره همان تقسیمات وسطا آنرا ثبت نمایند

۶۱ - **میزان الحراره الکلی** - بجهة تعیین درجات

بست حرارت میزان الحراره الکلیرا استعمال میکنند چرا که این مایع علامت
هیچ برودت و فشاری منجمد نشده و حتی [illegible] با میزان الحراره زیبقی
مگر اینکه از ۸۰ درجه که نقطهٔ غلیان الکلست بالاتر میرود و لیکن در زیر
صفر حد سفلی هنوز معلوم نیست پائین میرود تا اینکه تا کنون احداث انجماد ممکن
شد در این مایع اثری نکردند و غالب اوقات محض اینکه بهتر توان
دید آنرا رنگین کنند

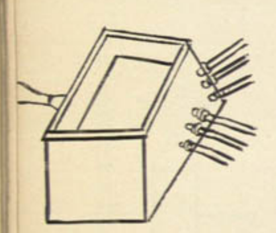
فصل دویم در قابلیت هدایت

۱ — اجسام هادیه و عایقه

قطعهٔ ذغال طویلی را که سر آن بواسطهٔ حرارت سرخ شده باشد میتوان با سر دیگر در
دست گرفت حال آنکه با میلهٔ آهن همچو کاری نمیتوان نمود و دست میسوزد
پس معلوم میشود که حرارت در جمیع اجسام یکجور منتشر نمیشود چنانچه از
شاخ فوق حرارت در آهن سهلتر نفوذ میکند و در ذغال صعبتر
و یا بعبارت دیگر آهن خوب حرارترا هدایت میکند و ذغال بد و ازین
حیثیت اجسام را بدو طبقه قسمت نمایند یکی آنهائیکه حرارترا بسهولت هدایت
میکنند

میکنند و یکی دیگران جسمهائیکه حرارترا بصعوبت هدایت میکنند
طبقهٔ اولرا هادی و طبقهٔ ثانیرا عایق حرارت نامند مثلاً آهن
هادی حرارتست و ذغال عایق

۲ — التان ژنوز

بجهة اینکه از حیثیت قابلیت هدایت اجسام جامده را با یکدیگر بسنجیم آلتی معمول است مرکب از ظرفی مکعب
مستطیل از برنج که در یکی از سطوح آن چندین میله الصاق شده
که مواد آنها مختلفست و حجم آنها متحد مطابق این شکل و اول

میلهای مذکوره را در موم گداخته فرو میبرند تا سطح آنها از یک قشر
موم پوشیده شود و آنوقت ظرف مذکور را از آب گرم مملو مینمایند
حرارت آب در میلها منتشر میشود و در بعضی دورتر میرود و قشر موم را
آب میکند پس آن میله که بیشتر از مومش گداخته شده حرارترا بهتر هدایت
میکند و آنکه بالعکس کمتر از مومش آب شده صعبتر هدایت مینماید
و از روی همین قاعده بیان میشود که فلزات بخصوص نقره و مس و طلا
بهتر از سایر اجسام هدایت حرارترا مینمایند و همین اجسام عایقه شیشه و ذغال

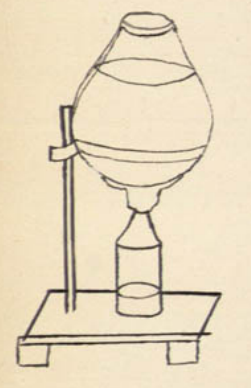
و چوب کوگرد و آجر صعب هدایت میکنند

۳ — در صعوبت هدایت مایعات

— در روی ظرف آبی با کمال احتیاط قدری الکل بریزیم بنوعی که بواسطه خفت وزن خود در روی آب بایستد آنوقت الکل را آتش بزنیم در روی سطح آب حرارت احداث مینمائیم که اگر بجای آب جسم جامدی موجود بود بزودی گرم میشد ولی آب گرم نمیشود و بنابراین حرارت را بصعوبت هدایت مینماید و همین نتیجه با سایر مایعات دیگر غیر از زیبق که بطبیعتش فلزیست باید

۴ — بواسطه اینکه مایعات عایق حرارتند اگر در سطح فوقانی آنها حرارت دهیم گرم نمیشوند ولی اگر مایع از ظرف تحتانی حرارت دهیم فوراً در آن مایع کورانهائی پیدا میشود که حرارت را بالتساوی منتشر مینماید طبقه تحتانی که مجاور کانون حرارت است گرم و منبسط میگردد و سبکتر میشود عالی خواهد شد و طبقه سردی جای این طبقه را خواهد گرفت و بواسطه مجاورت این طبقه مایع گرم و منبسط میشود و طبقه مایع دیگر جانشین او میگردد و در جرم مایع دو کوران احداث میشود یکی از آب گرم

و در [illegible]



و دیگری از آب سرد که اولی عالی و دیگری نازل است و میتوان وجود این دو کوران را محسوس نمود بواسطه ذرات خورده کاری که در آب داخل میکنند مطابق این شکل کوران نازل نزدیک باطراف است بجهت اینکه در آنجا مایع بواسطه مجاورت هوای خارجه سردتر از سایر نقاط است و کوران عالی بر محور ظرف و اطراف آن واقع است و بواسطه سایر طبقات آب حرارتش بیشتر مینماید و بواسطه این دو کوران مختلف جمیع ذرات مایع بترتیب در قعر ظرف مجاور حرارت میشوند و بالتساوی گرم میگردند و آب با وجود اینکه عایق حرارت است گرم میشود

۵ — در صعوبت هدایت بخارات و تجربه رُمفُرد

هوا و سایر بخارات نیز مانند اینها و بواسطه اینکه حرارت را بصعوبت هدایت مینمایند حرکت دادن آنها بواسطه کورانهائیست که در آنها پیدا میشود و اگر حرکت کورانها را مانع آیند انتشار حرارت در جرم بخار بصعوبت میشود و از تجربه ذیل این فقره معلوم میشود

رُمفُرد صاحب [illegible] بجهت حرارت نموده بسبتی پنیر را در وسط

بشقابی بگذاشت و در روی آن کف سفیده تخم مرغ بریخت و تمام
آنرا در زیر سردی بگذارد و در روی آن آتش بگردد آن تخم مرغها
بسته میشد و مکنون کوکوی گرمی بدست میآید که در میان آن بستنی
پنیر مانند برودت اصلا باقی بود و سبب اینفقره صعوبت هدایت حرارت است
که در کف سفیده تخم مرغ موجود و مانع میشود که حرارت داخل گردد

۶ – در قلت قابلیت هدایت مواد رشته و مو و ازهم

هر ماده که بصعوبت حرارت را هدایت کنند در هر موقع مختلف استعمال
میشود و اگرچه در ظاهر آنچه موقع ضد یکدیگرند ولی مبنای آنها یکی است
این نوع مواد را میتوان مخصوص محافظت جسمی از برودت و از
حرارت استعمال نمود یعنی نگذارد جسمی سرد شود یا گرم گردد در حالت
اول مانع اتلاف حرارت جسم میشوند و در حالت ثانی مانع نفوذ
حرارت خارجه و در هر یک از این دو حالت باید بجهة حرارت مانعی
قرار داد یعنی جسم را از ماده پوشانید که قابلیت هدایتش بسیار کم باشد
مواد دیگر که بحالت غبار یا مرکب از رشته ها باشند حرارت را بصعوبت
هدایت

هدایت مینمایند بجهة اینکه در مابین ذرات آنها یا مابین رشته های
آنها هوا که قابلیت هدایتش کم است پر گردیده

۷ – در محافظت آتش زیر خاکستر

اگر شب زغال نیمه سوخته را در زیر خاکستر پنهان کنند فردا هنوز آتش دارد و سبب اینست
که خاکستر اولا زغال را از مجاورت هوا محافظت میکند و نمیگذارد
بسوزد و در ضمن نمیگذارد که حرارت آن خارج گردد و خاکستر
جسمی مرکب است از ذرات بسیار که مانع اتلاف میشود و زغال سرخ باقی میماند

۸ – ساکنین آفاق شمالی

در شمال اروپا که زمستان بسیار سرد است اگر خانها با مصالح بنائی ساخته شوند
ممکن نبود بجهة اینکه سنگ مانع اتلاف حرارت داخل نمیشود و اطاق
زود سرد میگردد در اینگونه آفاق لازم است که خانه را از مواد
بسازند که مانع اتلاف حرارت باشند خاکستر که در شمال فوق
حرارت فوق را دارد اگر آنرا نگذاشت تلف شود پس در این آفاق بجهة
اطاق قرار از صفحه تخته جدار را از هم بنا میکنند و فاصله آنها را از علف

خشک و کاه و گاهی از خاکستر پر مینمایند و بواسطهٔ آن دیوارها
که قابلیت هدایت آنها خیلی کم است همینکه در اطاق بخاری افروخته شد
هوا بکلی گرم میشود و طوایف وحشی گرانلند از برف خانه میسازند
بجهت اینکه مادهٔ ایست که قابلیت هدایتش بسیار کم است و یخ که
اغلب با روغن ماهی میسوزانند اینها را گرم میکند

۹ — در محافظت یخ و انواع یخچالها

در فصل
تابستان مخصوص محافظت یخ و بستنی و ازاین قبیل آنها را در ظرفی
میکنند و آن ظرف را در ظرف بزرگتری قرار میدهند و فاصلهٔ مابین ظرفها
از پشم پنبه یا هر نوع مادهٔ رشته پر میکنند و از آنچه مذکور شد
معلوم میشود که هر چیزیکه مانع برودت شود مانع حرارت نیز گردد
شدند خانهای آفاق شمال و ظروفیکه در آنها یخ و بستنی محافظت
میکنند بر وفق یک قاعده ساخته میشوند در هر حالت اطراف ظرف
مرکب از دو طبقه است که مابین آنها از مواد عایق حرارت پر نموده اند
در حالت اول این اجسام مانع میشوند که حرارت داخله تلف شود و در حالت
ثانی

ثانی مانع نفوذ حرارت خارجه میگردند و یخ در ظرف مرکزی بحالت
خود میماند و آب نمیشود یخچالها از برای آفاق گرمسیر بکار از لوازم است
اغلب اوقات از نقاط بعیده و در حرارت فوق العادهٔ آفتاب
بآن بلاد حمل و نقل میکنند شنیده از حمل تجارتیکه در سال
مقدار یخ زیادی به هندوستان و چاین میبرند و کشتیهائیکه
حامل آن یخ هستند از دریاهای بسیار گرم عبور میکنند و یخ هذا
باعانت اجسام عایقه از قبیل خورده بخاری و کاه و غیر بخوبی محافظت
میکنند و درست بمقصد میرسانند

یخچالهائیکه در مدت زمستان پر میکنند و تا آخر تابستان یخها
در آن محفوظ مینمایند انبارهای عمیقی هستند از آجر و اطراف
داخله سطح اطراف آن انبارها از کاه پوشیده شده و در وقت پر
کردن یخچالها قطعهای یخ را در آنها متراکم کرده بر روی آنها آب میپاشند
تا یخ ببندد و آن قطعهها را یکپارچه کند آنوقت روی آن یخها
کاه میریزند و بر روی کاه تختها گذارده بالای آنها سنگ میریزند

و علاوه بر آن سقف یخچالها را از مجاورت اشعهٔ آفتاب محفوظ میدارند

۱۰ — پنجره‌های مضاعف — چنانچه مذکور شد هوا دیگر
بحالت غبار یا رشته هستند بیشتر عایق بودن آنها را سبب هوا است
که در خلل و فرج آن اجسام پر شده و بنابراین واضح است که هوای
تنها را میتوان بجهة ممانعت انتشار حرارت استعمال نمود بشرط اینکه
نتواند تجدید شود و با هوای آزاد کره هوا مخلوط گردد و مثال ذیل
قاعدهٔ استعمال هوا را توضیح مینماید

حرارت منزل غالباً بواسطهٔ در و پنجرهٔ آن تلف میشود بجهة اینکه
آن شیشه‌ها چندان مانع انتشار حرارت نمیشوند پس حقیقةً اینکه مانع فوق‌تر
بدست آوریم و از روشنائی اطاق نیز کاسته نشود دو پنجره قرار میدهیم
که یکی در سطح داخل و دیگری در سطح خارجی دیوار وضع شده باشد
و هوای محبوس مابین دو پنجره عایق بزرگیست و بعلاوه روشنائی نیز داخل اطاق میشود

۱۱ — البسه و لحاف — پارچه را میگویند سرد است یا
گرم و حال مقصود ما تعیین همین فقره است که شد وقتی میگوئیم

دارای

پوست گرم است مقصود اینست که آن پوست حرارت مخصوصی دارد
که بما میدهد یا خیر در جواب گوئیم که این اجسام بلکه تمام اجسام طبیعة
حرارت مخصوصی ندارند و آنهائیکه حرارت مخصوص دارند اجسام
الیه هستند آنهم در بدن مخصوصی بلکه خاصیت پارچهای گرم
اینست که نمیگذارند حرارت طبیعی بدن ما خارج شود و تلف گردد
پس البسهٔ ما و لحافهای ما باید از اجسام عایقه ترکیب شده باشند
که مانع اتلاف حرارت و مجاورت آن گردند و از برای ما لباس و
لحاف شدن آن کافی است که در اینصورت فوق محافظت آنرا نیز بنماید
پس از آن البسه ما حرارتی نمیرسد بلکه حرارت طبیعی خود ما را محافظت مینماید

پس لباس ما باید بسیار مانع حرارت باشد و ما بین جمیع اجسام هوا
بدایت حرارت کمتر است و ما نیز هوا را مانع حرارت بدن خود قرار میدهیم
چرا که پارچهای لباس مرکب از تار و پود و بشکلی ترتیب داده میشود
که در جوف آنها هوا است و همانطور که اسفنج آب را در خود نگاه میدارد البسهٔ
ما هوا را در خود نگاه داشته‌اند و این طبقهٔ هوائیکه در اطراف بدن ما است

و مانع اتلاف حرارت میگردد و هرچه قطرش بیشتر باشد و هر قدر
شکلش بحرکت آید انسب است و از اینجا معلوم میشود که پارچه آنها را دارا گرم
نیست بلکه آنهائیکه گرمند که نرم میباشند و هوا بسهولت در منافذ آنها
پر شود و خاصیت پنبه که مابین آستر و رویه لباس قرار میدهند همین است
و بجهة اینکه مقدار هوا زیاده باشد لباس را کمی گشاده میسازند و لی نه زیاد
بجهة اینکه در اتکات هوا تجدید میشود و باعث اتلاف حرارت میگردد
لحاف رختخوابهای ما و بستر و زیر کوشی و غیره موانعی هستند که باعث
آنها حرارت طبیعی ما تلف نمیشود بجهة اینکه در جوف آنها پشم یا پنبه
یا پر میکنند و مقدار زیادی از هوا در منافذ آنها جا میگیرد

۱۲ — **پرهای بدن مرغهای آبی** سردی و رطوبت آب بدن را حفظ
صعوبت هدایت حرارت را بکمال خوبی کرده و در مابین آن پرها که
ریشه ریشه هستند مقدار زیادی از هوا محبوس است علاوه بر این مقدار
عایق بجهة حیوانات آبی بخصوص آنهائیکه در آفاق سردسیر زندگی
میکنند کافی نیست پرهای خارجی آنها سخت و در روی یکدیگر خوابیده

ملتصق

ملتصق میشوند و یکنوع شفافی در خارج آنها موجود است که سبب آن
یکنوع روغن چربی است محض منع نفوذ آب و در تحت این قشر پرهای
نازک نرم بسیاری است که موسوم است به اِدِردُن

۱۳ — **آشیانهٔ طیور** — بجهة ساختن جزء خارجی آشیانه
خود طیور قواعد مختلفه و مواد متکاثره استعمال میکنند بعضی از آنها
با شاخهای نازک که در یکدیگر داخل میکنند بسیار ترتیب
میدهند و بعضی دیگر با ریشه‌های نازک حصیری میبافند و برخی
دیگر با نباتات مخفی العرس از قبیل موس و لیکن بهم مالند میتنند چیزی
و آشیانه میسازند و بعضی دیگر مصالح بنا را ترجیح داده با خاک
و گل ترتیب میدهند و بعضی با منقار خود در بدنه درختان سوراخها میکنند
و برخی دیگر نیز اخذ میکنند و بجهة خود جا ترتیب میدهند و بجهة
ساختن جزء خارجی آشیانه هر طائفه یکنوع مواد استعمال میکنند
و بیک طرز میسازند اما داخل آشیانهٔ همه آنها بیک طور ساخته میشود و بستر نرمی
از برای اطفال خود ترتیب میدهند از پنبه و پشم و پر یعنی جائیکه

هدایتش کم است حاصل میشود و بجهة اینکه حرارت بچه‌های عریان خود را
نگذارند تلف شود از انها بهتر از علم دارند و آن ادراک حیوانات
و از روی همان ادراکست که پرستو آشیانهٔ خود را با گل میسازد
که خود درست کرده و داخل آنرا از پرهای نازک میپوشانند

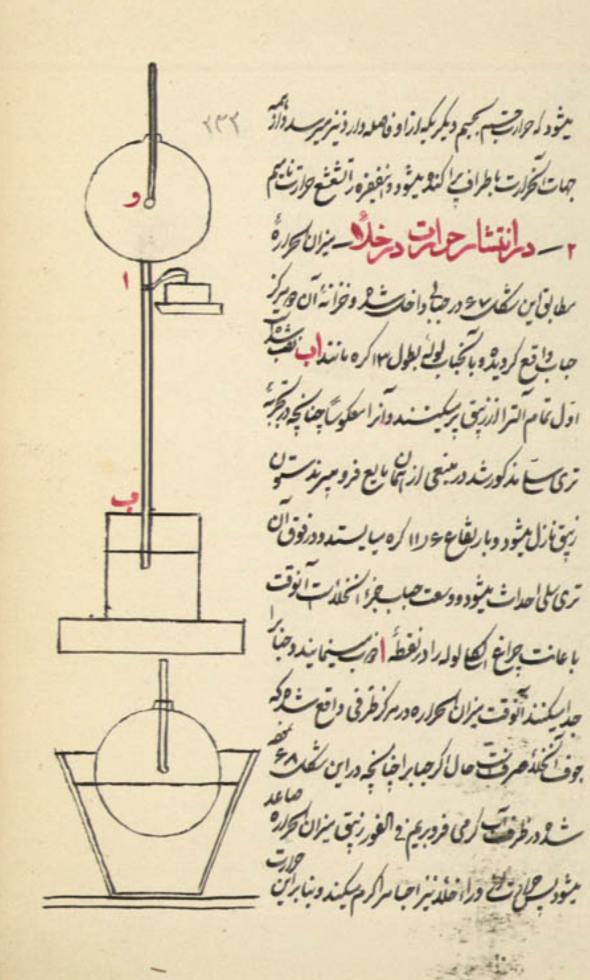
فصل سیم در حرارت متشعشعه

۱ — در تشعشع حرارت — حرارت از جسمی گرمتر
بجسمی دیگر بدو وجه مختلف ممکن است منتقل شود یا بواسطهٔ قابلیت
هدایت و آن در صورتیست که دو جسم مختلف الحراره بیکدیگر متصل شوند
و یا بواسطهٔ تشعشع و آن در حالتیست که دو جسم از یکدیگر دور باشند
مثلاً اگر دست بر روی بخاری آهنی بگذاریم حرارت آن بلاواسطه
باعانت قابلیت هدایت به بدن ما نفوذ میکند ولی اگر دست را از بخاری
دور بگیریم باز احساس حرارت میکنیم ولی حرارت کمتر است و هر چه
دست ما دورتر باشد کمتر میشود ولی فرق نمیکند همین قدر است که چون
از جسم گرم دور شویم با وجود آن فاصله باز احساس حرارت میکنیم پس معلوم

میشود

میشود که حرارت جسمی بجسم دیگر که از او فاصله دارد نیز میرسد و از
جهات آن حرارت باطراف پراکنده میشود و این فقره را تشعشع حرارت نامیم

۲ — در انتشار حرارت در خلاء — میزان الحراره
مطابق این شکل ۲۷ در حباب داخل شده و خزانهٔ آن در مرکز
حباب واقع گردیده و حباب با لوله بطول ۱۴ گره مانند اب متصل است
اول تمام آنرا از زیبق پر میکنند و آنرا معکوساً چنانچه در تجربهٔ
تری سلی مذکور شد در منبعی از همان مایع فرو میبرند ستون
زیبق نازل میشود و بارتفاع ۷۶ گره میایستد و در فوق آن
تری سلی احداث میشود و وسعت حباب جزء آن خلاء است آنوقت
باعانت چراغ الکل لوله را در نقطهٔ ا ذوب مینمایند و حباب را
جدا میکنند آنوقت میزان الحراره در مرکز ظرفی واقع شده که
جوف آن خلاء صرف است حال اگر حباب را چنانچه در این شکل ۲۸ بنظر
میرسد در ظرف آب گرمی فرو بریم فی الفور زیبق میزان الحراره صاعد
میشود پس حرارت از میان خلاء نیز اجسام را گرم میکند و بنابراین حرارت



بخاریکه در فاصله از آن بما برسد بواسطهٔ هوا نیست بلکه بسبب آن تشعشع حرارت
دلیل محسوس دیگری میتوان بجهة اثبات انتشار حرارت بیان نمود
و آن اینست که کرهٔ آفتاب در بعد هشتاد و شش کرور فرسخ
از زمین حرارت خود را بما میرساند و حال آنکه در فاصلهٔ زمین و
شمس هیچ مادهٔ لطیفی موجود نیست و حرارت در خلاء سیر
میکند و این فاصلهٔ بعیده را پیموده بما میرسد

۳ــ حرارت روشن و حرارت تاریک ــ حرارتیکه
در جسمی متشعشع میشود حرارت روشن نامند در صورتیکه جسم منیر باشد
مثل حرارت آفتاب و حرارت شعله و ذغال سرخ و فلزاتیکه
بواسطهٔ تابش قرمز شده اند و در حالتیکه حرارت با نور همراه
نباشد آنرا حرارت تاریک گویند مانند حرارت آب گرم و حرارت
جمیع اجسام ارضی که گرم شده باشند و بحد قرمزی نرسیده باشند

۴ــ اجسام آترمن و دیاترمن ــ جسم را لطیف گوئیم
در صورتیکه حاجب ماوراء نباشد و نور از آن بتواند عبور نموده و در عکس
اینحالت

اینحالت جسم را کثیف گوئیم مثلا چوب جسمیست کثیف بجهة اینکه مانع
عبور نور است و آب جسمیست لطیف و همین طور که اجسام نسبت بنور
لطیف یا کثیفند نسبت بحرارت نیز همان کثافت را دارند یعنی بعض از
اجسام مانع عبور حرارت نیستند و حرارت از آنها میگذرد و برخی بالعکس
مانع عبور حرارتند اجسام اول عوض اینکه حرارت را نگاه دارند و صرف
گرم کردن خود نمایند بکنار رد میکنند و حرارت بدون مانع راه خود را
می پیماید و در اجسام ثانی حرارت میماند و صرف گرم کردن آنها میگردد
اجسامیرا که نسبت بحرارت لطیفند اجسام دیاترمن و اجسام ثانی را
که نسبت بحرارت کثیفند آترمن گویند
یکجسم واحد میتواند بجهة حرارت تاریک آترمن و بجهة حرارت روشن دیاترمن
باشد مانند شیشه مثلا اگر در آفتاب پشت یک شیشه بایستیم که از خارج بر آن
آفتاب تابیده باشد نور و حرارت آفتاب بما میرسند و شیشه مانع
عبور حرارت روشن نمیشود و حال آنکه بالعکس حرارت تاریک اشعهٔ حرارت
بخاری آهنی از هوا گذشته عبور نمینماید اگر در جلو آن صفحهٔ شیشه قرار دهیم

مابین جمیع جسمهایی که نسبت بحرارت روشن لطیف‌اند نسبت بحرارت
تاریک کثیف‌اند عمدهٔ آنها شیشه و آب و هوا است

۵ـ اطاق یا جعبهٔ سوزان

میتوان اهمیت شیشه را
که در فوق ذکر شد باعانت جعبهٔ سوزان واضح نمود و آن جعبه ایست
چوبی که سه سطح اطراف آن از چوب و از طرف داخل آنها را سیاه
کرده‌اند و یک سطح دیگر آن مرکب است از سه جام شیشه که بفاصلهٔ قلیلی
از یکدیگر بپشت هم قرار داده‌اند و اگر آنرا از آب پر کنند و سطح
شیشه را بسمت آفتاب قرار دهند آب جعبه آن گرم میشود و حرارت آن
به ۸۰ درجه و ۱۰۰ درجه و بالاتر از آن میرسد آب را در این ظرف
باعانت آفتاب میتوان بجوش آورد بلکه در این ظرف میتوان غذا
پخت و سبب این حرارت زیاد سه جام شیشه است که مذکور شد بجهت اینکه
حرارت آفتاب چنین حرارت روشن از شیشه عبور میکند و در جعبه
داخل میگردد و باعث گرم شدن سه سطح دیگر که سیاه نموده‌ایم میگردد
و آنوقت تبدیل بحرارت تاریک میشود و این حرارت تاریک از جعبه بیرون

نمیتواند

نمیتواند آید چرا که شیشه مانع عبور حرارت تاریک است و چون
اطراف جعبه چوبین‌اند و چوب عایق حرارت است حرارت جوف جعبه
تلف نمیشود و علی الاتصال حرارت روشن آفتاب در جعبه داخل
و تبدیل بحرارت تاریک میگردد و این حرارت تاریک چون قدرت
خارج شدن ندارد رفته رفته جمع میشود و زیاد میگردد

۶ـ سرپوش باغبانان و گرمخانه‌ها

بجهة اینکه
نباتی را اگر از هوای خارجه نگاه دارند باغبانان از سرپوش
شیشه آنرا میپوشانند حرارت آفتاب از آن سرپوش عبور میکند
و باعث گرم شدن خاک میگردد و آنوقت تبدیل بحرارت تاریک
میشود و نمیتواند خارج گردد پس این حرارت متوالی در جوف سرپوش
جمع میشود و بواسطهٔ آب دادن آن نبات مقداری بخار آبی احداث
میشود و هوای جوف سرپوش گرم و مرطوب میگردد و جهت
نمو نبات را حاصل میکند

گرم خانه‌ها نیز اگر چه بجهة محافظت نباتات سردسیر ترتیب میدهیم

مبنی است بر عدم لطافت شیشه نسبت بحرارت تاریک و اگر مخزن
در حقیقت شیشه است بجعبه سرپوش چرا که در طرف جنوبی آن بنا
عوض دیوار ارسی آغشته بنا نهاده اند حرارت آفتاب که روشن است
و لازمه نمو نباتات است بآزادی از آن شیشه ها در گرمخانه داخل میگردد
و چون آن حرارت داخل شد و نباتات را گرم نمود بدل بحرارت
تاریک میگردد و آنوقت از شیشه بیرون نمیتواند رفت و در گرمخانه
جمع میشود و حرارت گرمخانها بدون آتش بیشتر از هوای خارجی است
و اگر بیکفاصله قلیلی دو ارسی آغشته قرار دهند شب پنجره های مضاعف
حرارت جوف گرمخانه بیشتر میشود چرا که وجود هوای واقع ما بین
ارسی بیشتر اسباب منع عبور حرارت تاریک میگردد و اگر سه
ارسی قرار دهند حرارت بیشتر میگردد و ممکن است که گرمخانه مانند
جعبه سرپوش بقدری زیاد شود که نباتات را بسوزاند

۷ـ هوا نسبت بحرارت روشن دیاترمان است

هوا نیز مانند شیشه دیاترمان حرارت روشن است بخصوص بجهة

حرارت اشعه آفتاب و چنین باید باشد بجهة آنکه اگر عکس این
میبود کره هوا مانع عبور حرارت اشعه شمس میشد و آن اشعه با حرارت
نورانی میرسیدند و اسرد و آنوقت لازم میآید که فائده
آفتاب بهمان طبقات علیای هوا رسیده و زمین را از آن حرارت
بهره نبرد و آنوقت میبایستی که اگر از سطح زمین صعود نمائیم
حرارت متزاید شود و حال آنکه عکس اینحالت در خارج موجود و
بتجربه معلوم شده است که هر چه از سطح زمین بالا رویم از حرارت
کاسته شود و از آنچه مذکور شد معلوم میشود که هوا مانع عبور
حرارت روشن نیست و بواسطه اشعه آفتاب بصعوبت گرم
میشود و همین است سبب اینکه در طبقات علیای کره هوا حرارت
اندک است و حال آنکه آن نقاط بآفتاب نزدیکتر اند

۸ـ هوا نسبت بحرارت تاریک اتر مان است

بواسطه مثالهای متعدده و تجارب عدیده ثابت شده است که هوا مانع
بزرگ است بجهة عبور حرارت تاریک و بجهة اینفقره کافیست

بخاطر آوریم تجربهٔ رمفرد آن طبقه هوائیرا که در پنجره های
مضاعف مانع اتلاف حرارت میشد کرهٔ هوا حرارت روشن
آفتاب را بما میرساند و مانع عبور آن نمیشود و چون این حرارت
اجسام ارضیه را گرم کرد بدل بحرارت تاریک میگردد و آنوقت
هوا مانع عبور آنست و از اینجهت کرهٔ هوا بجهة زمین همان
خاصیت اغشیهٔ گرمخانها را دارد

۹ — قدرت متشعشعه — چون جسم گرمی را در فضائی
بگذاریم که حرارت آن کمتر از حرارت جسم باشد در اینصورت جسم سرد میگردد
و حرارت را باطراف منتشر مینماید و از روی سرعت و بطوء سرد شدنش
میتوان تعیین نمود قوهٔ متشعشعهٔ آنها پس فرض میکنیم که در یک
اطاقی چندین جعبه مکعب شکل از حلبی قرار دهیم و خارج این جعبهها را
از مواد مختلفه بپوشانیم و در آنها آب گرم پر کنیم و در هر یک
میزان الحراره قرار دهیم وقتی که حرارت آن آب در همه جعبهها یکی باشد
بعد از مدتی می بینیم که بعضی بیشتر و بعضی کمتر سرد شدهاند بواسطه آنکه

قوه

قوهٔ تشعشع اجسام مختلف است و می بینیم آن جعبه که با دوده خارج آنرا
پوشانده باشیم زودتر سرد میشود از جعبه که اطراف آنرا از کاغذ سفید
چسبانیده باشیم و آن جعبه که حلبیش ظاهر است و چیزی بر آن نکشیده
شده کمتر از دو جعبه سابق سرد شده پس قوهٔ متشعشعهٔ دوده بیش از
قوهٔ متشعشعهٔ کاغذ است و قوهٔ متشعشعهٔ کاغذ بیش از حلب است بطور کلی
جمیع فلزات صیقلیه را قوهٔ متشعشعه بسیار کم است و فلزات غیر صیقلی
یا مخلوط قوهٔ متشعشعه شان قدری بیشتر است و مواد غیر فلزی تیره
رنگ از قبیل دوده قوهٔ متشعشعهٔ زیادی دارند و صیقل قوهٔ متشعشعه را
میکاهد و کدورت اجسام باعث ازدیاد آن قدرت میشود و از
روی این قواعد در امور زندگانی فایدهها میبریم مثلاً اگر بخواهیم آبی را
گرم در ظرفی نگاه داریم باید ظرف از فلز صیقلی باشد چرا که بواسطه
کمی قدرت تشعشع دیرتر سرد میشود و اگر بالعکس جسمی را بخواهند زود سرد شود
باید که ظرف آن صیقلی نباشد و کدر باشد چرا که آنوقت قدرت
تشعشع بیشتر میشود و از این جهت که بخاریهای آهنی اغبر از بخاریهای

جعبه گرم میکنند چرا که بخاری آهنی چون تیره و بی صیقل است
حرارترا بسهولت تشعشع مینماید و چنین که روشن و صیقلی است
بصعوبت حرارترا انتشار میکند

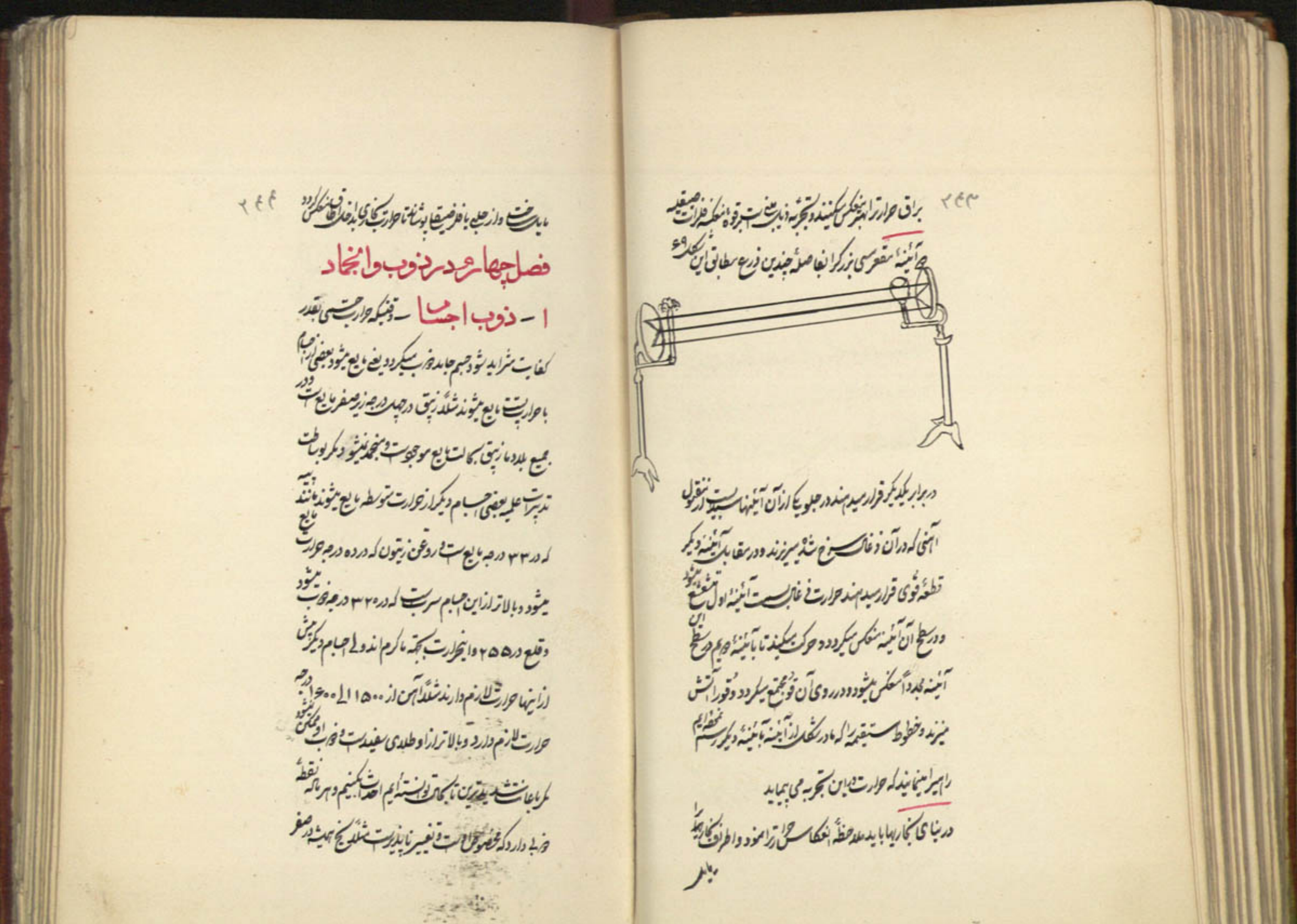
۱۰ — **قدرت منجذبه** — تجربهٔ نمرهٔ سابقه را مجدداً
تکرار میکنیم ولی برعکس یعنی که جعبههای حلبی مذکور را که سطح خارجی آنها را نیز از
مواد مختلفه پوشیده شده از آب سرد پر میکنیم و تمام آنها را در ظرف
آب گرمی قرار میدهیم آب سرد هر یک از آنها گرم میشود و میزان الحراره
صاعد میگردد ولی مقدار صعود زیبق بجهت همهٔ آن جعبهها یکی نخواهد بود
آب جعبه که سطح خارجی آن از دوده پوشیده شده زودتر گرم میشود
تا آنکه سطح خارجیش از کاغذ پوشیده شده است و حرارت این
هر دو بیشتر است از حرارت جعبه که سطح خارجیش صیقلی است پس
جمیع اجسام بیک طور جذب حرارت متشعشعه را نمینمایند و اینقوهٔ جذب در آنها
مختلف است بعضی قوهٔ منجذبهشان بیشتر است و بهتر گرم میشوند و آنها
مواد بی صیقل کدر و تیره رنگ اند و در بعضی دیگر حرارت متشعشعه دیرتر
جذب

جذب میشود و بصعوبت گرم میگردند مانند مواد صیقلیه و کلیهٔ فلزات
پس قدرت منجذبه و قدرت متشعشعه با یکدیگر توأمند هر جسمی که
تشعشعش بیشتر باشد و زودتر سرد شود قدرت منجذبهاش
بیشتر است و زودتر گرم میگردد و بالعکس هر جسمیکه دیرتر سرد میشود
نیز دیرتر گرم میگردد

فوائد این خاصیت مانند خاصیت سابق بسیار است مثلاً هر وقت بخواهند
که جسمی زودتر گرم شود باید آنرا از موادیکه قوهٔ منجذبهٔ آنها زیاد است مثل
دوده بپوشانند و اگر بخواهند جسمیرا از حرارت محفوظ دارند باید
آنرا از مادهٔ بپوشانند که قوهٔ منجذبهاش کم باشد

۱۱ — **قدرت منعکسه** — وقتی که جسمی حرارت متشعشعه را
جذب نکند آنرا منعکس مینماید یعنی بر میگرداند همانطور که مثلاً گلولهٔ قابل
ارتجاعی را که بدیوار بزنیم بر میگردد و واضح است که هر چه قدرت
منجذبهٔ جسم کمتر باشد حرارت منعکسه بیشتر است پس قدرت منعکسه نسبت
معکوس دارد با قدرت منجذبه بنابراین اجسام صیقلیه و فلزات

برای حرارت را بهتر منعکس میکنند و تجربه ذیل ثابت این قوه منعکسه فلزات صیقلی
است دو آینهٔ مقعر مسی بزرگ را بفاصلهٔ چندین ذرع مطابق این شکل ۶۹



در برابر یکدیگر قرار میدهند در جلوی یکی از آن آینهها سبدی از مفتول
آهنی که در آن ذغال سرخ شده میریزند و در مقابل آینهٔ دیگر
قطعهٔ فوفی (?) قرار میدهند حرارت ذغال بسطح آینهٔ اول متشعشع میشود
و در سطح آن آینه منعکس میگردد و حرکت میکند تا بآینهٔ دوم در سطح این
آینه مجدداً منعکس میشود و در روی آن نقطه مجتمع میگردد و فوراً آتش
میزند و خطوط مستقیمه را که ما در شکل از آینه بآینهٔ دیگر رسم نمودهایم
راهبر (?) مینمایند که حرارت در این تجربه می پیماید
در بناهای بزرگ کارها باید ملاحظهٔ انعکاس حرارت را نمود و اطاقهای بزرگ را

بطور (?)

ما یابت (?) سخت و از جلو با فلز صیقلی بپوشانند تا حرارت بکلی از داخل اطاق منعکس گردد

فصل چهارم در ذوب و انجماد

۱ - ذوب اجسام - وقتیکه حرارت جسمی بقدر
کفایت زیاد شود جسم جامد ذوب میگردد یعنی مایع میشود بعضی از اجسام
با حرارت کمی مایع میشوند مثلاً زیبق در چهل درجه زیر صفر مایع است و در
جمیع بلاد ما زیبق بحالت مایع موجود است و منجمد نمیشود مگر بواسطت
تدبیرات علمیه بعضی اجسام دیگر از حرارت متوسطه مایع میشوند مانند پیه
که در ۳۳ درجه مایع است و روغن زیتون که در ده درجه حرارت مایع
میشود و بالاتر از این اجسام سرب است که در ۳۲۰ درجه ذوب میشود
و قلع در ۲۵۵ و این حرارت بحمد ما کرم اند و لی اجسام دیگر بیش
از اینها حرارت لازم دارند مثلاً آهن از ۱۵۰۰ الی ۱۶۰۰ درجه
حرارت لازم دارد و بالاتر از او طلای سفید است و ذوب او ممکن نمیشود
مگر با عاملات (?) شدیدترین تا بحال نتوانستهایم اخذ آنرا کنیم و هر ماده نقطهٔ
ذوبی دارد که مخصوص او است و تغییر ناپذیر است مثلاً یخ همیشه در صفر

درجهٔ حرارت آب میشود و لا نه هرگز بیشتر و نه هرگز کمتر میشود از اینکه
مخلوط با مایهٔ دیگر نشده باشد قلع در ۲۳۵ درجه ذوب میشود هر قدر
حرارت کوره زاید شود در ذوب آن تغییری پیدا نمیشود و بواسطهٔ همین
سبب است که بعضی تقسیمات میزان الحراره را نقطهٔ ذوب یخ قرار داده اند

۲ـ حرارت در مدت ذوب تغییرناپذیر است

هرگاه ظرفی که پر از یخ باشد و میزان الحراره در آن قرار داده
باشیم بر روی آتش بنهیم همین که شروع بذوب شدن نمود زیبق
میزان الحراره در صفر درجه بایستد و هرچه حرارت بیشتر شود از آن
بالاتر نمیرود و تا وقتیکه یکذره یخ باقی مانده و تمام آب نشده باشد میزان
الحراره و پس از ذوب تمام یخ آنوقت زیبق صعود مینماید و همان حالت
در پیه نیز مشاهده میشود اول میزان الحراره تا ۳۳ درجه صاعد میشود
و آنوقت که پیه شروع بذوب شدن نمود ستون زیبق بایستد و هر قدر
آتش را شدید کنیم میزان الحراره تغییر نمیکند و پس از آنکه تمام پیه ذوب
شد آنوقت میزان الحراره صاعد میشود

۳ـ حرارت

۳ـ حرارت مخفیه و حرارت محسوسه

ـ در تجربهٔ
فوق میزان الحراره در ظرف یخ تا تمام مدت ذوب آن بلا تغییر
بایستاد و حال آنکه علی الاتصال از آتش حرارت باو میرسید
این حرارت بکار میرود بجهة تبدیل یخ بآب و در آن حال با حرارت شعاعی
مختلف میشود و مثل این بنظر میآید که حرارتی موجود نیست زیرا که میزان
الحراره بی تغییر میماند حرارت قوه ایست مثل سایر قوی و در آن
واحد ممکن نیست که او دو اثر بروز کند که بجهة هریک از آنها تمام آن
لازم باشد و چون بجهة استحالهٔ جسمی استعمال شود یعنی بجهة آنکه ذرات
آنجسم از یکدیگر دور نماید در آنصورت واضح است که از او آثار شعاعیه
یعنی آثار میزان الحراره بظهور نمیتواند رسید چرا که حرارت در آن
واحد ممکن نیست باید دو عمل مختلف را بنماید
حرارتیکه لازم است بجهة تبدیل جسم جامدی بمایع آنرا حرارت
مخفیه نامند و بجهة این گویند که آثار شعاعیه از او بروز نمیکند
و آن حرارتیرا که در اجسام باعث ازدیاد درجهٔ حرارت میشود حرارت محسوسه

گویند پس در آثار متعلقه بحرارت در حالات مختلف موجودست یکی
آنکه اینکه حرارت باعث تغییر حالت جسم میشود و درجه حرارت آنرا تغییر
نمیدهد و جسم را از حالت جمود بسیلان و یا از حالت سیلان بحالت بخار
در میآورد و چنین حرارت با آلات حساسه ما محسوس نیست و در میزان الحراره
تغییری نمیدهد و همان است که حرارت مخفیه نامیدیم و در حالت دیگر
حرارت درجه حرارت جسم را تغییر میدهد و در حالت جسم تفاوتی بظهور
نمیرسد و این حرارت محسوس آلات حساسه ما میشوند و در میزان الحراره اعلام
مینمایند و این حرارت را حرارت محسوسه نام نهادیم

۴ — حرارت ذوب یخ — فرض میکنیم که یکمن یخ صفر
درجه را از هم نمائیم و با یکمن آب گرم ۷۹ درجه مخلوط کنیم جمیع آن یخ
آب میشود و همین آب صفر درجه حاصل میگردد و واضح است که ذوب یخ را
باعث حرارت آب گرم بوده و باعانت آن حرارت یخ ذوب شده و آب
سرد گردیده بصفر رسیده است پس بجهة اینکه یکمن یخ صفر درجه تبدیل
بآب صفر درجه شود بمقدار حرارت مخفیه لازم دارد که مساوی است

بامقدار

بامقدار حرارت مجموعی که بجهة یکمن آب لازم است تا درجه آنرا به ۷۹ برسانند

۵ در باب اثر حرارت مخفیهٔ فوق در آهن

بجهة اینکه اهمیت مطلب فوق را در تفهیم بیشتر شرح مختصری ذکر میکنیم
در ظروف بترتیب یکمن آب و بعد یکمن زیبق و بعد یکمن روغن و بعد سرب
و غیره واخذ کرده و آن آلات را با چراغ الکل گرم نمائیم و فرض میکنیم
که حرارت آن تمامیها در ابتدا ۵ درجه باشد و بخواهیم هر یک از آنها را
تا ۵۰ درجه حرارت دهیم اول چراغ الکلی را وزن میکنیم و بعد روشن نموده
یکمن آب را با آن گرم میکنیم تا حرارتش به ۵۰ درجه رسد آنوقت
چراغ را خاموش نموده مجدداً وزن میکنیم تا اختلاف آن با وزن
اول مقدار جسم سوختنی را معین نماید پس از آن مجدداً همین عمل را
با یکمن روغن میکنیم و می بینیم که مقدار جسم سوختنی کمتر است و علاوه بر آن
اختلاف آنها بسیار است شد بجهة آب اگر هزار جزء جسم قابل احتراق
لازم باشد از برای روغن ۵۰۰ جزء لازم است و از برای زیبق ۳۳ جزء
و از برای سرب ۳۱ و از برای آهن ۱۱۳ و واضح است که مقدار حرارت

مناسبت با وزن جسم بوخشی و از اینجا اجسام مختلفة الطبیعه در وزن
واحد مختلف اینکه درجه حرارت آنها یک اندازه افزوده شود حرارات مختلفه
لازم دارند و از مثالهای فوق معلوم میشود آب از جزء حرارت لازم
داشته باشد آهن ۱۱۳ جزو لازم خواهد داشت یعنی قریب به نه دفعه کمتر
و بعبارت دیگر حرارتیکه یکمقدار آب را گرمتر کند همان وزن آهن را قریب به
۹ درجه گرم خواهد کرد و چون جمیع اجسام مختلفه را با آب بحجم معلوم
بشود که آب دیرتر از جمیع اجسام گرم میشود

حال فرض بکنیم که حرارت مخفیه لازمه ذوب یکمن یخ بجهات حرارت محسوسه
یکمن آهن را گرم نماید اگر بجای یکمن آهن یکمن آب بجهت حرارت آن ۹ درجه
باشد و چون یکمن آهن قریب به ۹ مرتبه بیشتر از آب گرم میشود پس درجه حرارت
آن قریب ۱۱۰ میشود که تقریباً حرارت آهن قرمزست پس بخوبی
که بواسطه جذب حرارت اشعه آفتاب مایع میشود مقدار حرارتیرا که
مخفی مینماید قابلیت اینست که یکمن آهن را تشکیل در کوره که حتی باشند قرمز نماید

بطوء ذوب برف یخ و برف هم بسهولت ذوب
نمیشوند

میشوند و هم باشکال بجهت اینکه چون زود نقطه ذوب خود میرسند
که صفر تقسیمات میزان الحراره است پس یخ آنجاها بسهولت در بلاد خطه
دیگر سکنات چراکه چون حرارت یخ حاصل شد مقدار حرارت
زیادی لازمست که مخفی گردد و یخها ذوب کنند و در حقیقت از بابت
کثرت حالت استعمال آب و لزوم آن در سطح خارجی کره زمین
حکیم علی الاطلاق اینده خاصیت تضاده را در آب مقرر فرموده
جبالیکه برفها مخزن برفند و بواسطه ذوب آنها باید در تمام سال رودخانها
جاری باشند اگر برف بجهت مایع شدن حرارت زیادی لازم نداشت هرگز باغات
حرارت اشعه آفتاب بخصوص در آن نقاط برفها ذوب نمیگردیدند و اراضی
زراعت از مایع لازم محروم میماندند یعنی که مجاری آب منقطع میگردیدند و اگر از
طرف دیگر برف بدون اشکال مایع میشد در اول حرارت تابستان
تمام آن ذوب میگردید و عوض اینکه جویهای باریک و رودخانها
جاری باشند سیلابهای بیخوات که در چند روز تمام سطح بلاد را
میپوشانند و منهدم میشود پس بنابرین لازمست که برف بحرارت

جزئی شروع بذوب نماید و با کمال بطؤ ذوب شود و اینه و شرط در طبیعت
آنها قرار داده شد که ذوب برف در صفر درجه حرارت حاصل
و از طرف دیگر در کمال بطؤ و تأنی ذوب میگردد چرا که برف بجهة
تبدیل شدن بآب آنقدر از حرارت باید مخفی کند که آنها در آن آهنرا
سرخ مینماید و در همه جا چون بعمق حکمتها فرو میرویم اثر نظم
خداوندی جل جلاله در شئونیهای او عالم را فرا گرفته اند

در مخلوطات مبرده

جسم جامد بجهة ذوب شدن همیشه لازم
ندارد که از کانون حرارت با دلمک رسد بلکه کافیست که جسم را در مایعی
بریزند تا حل گردد و ذرات آن از یکدیگر جدا شوند مثلاً نمک طعام در آب
محلول میشود و حرارت لازم نیست با و بدهیم بلکه غالب دو جسم جامد هم
ممکن است بمجاورت یکدیگر مایع گردند اگر قدری یخ نرم کرده با نمک
طعام نرم مخلوط نمائیم بواسطه اثریکه در یکدیگر میکنند ذوب میشوند
ولی در اینجا همانطور که مذکور داشتیم حرارت مخفیه لازم است و الا جسم از
جمود بمیعان در نیاید و چون عمل ذوب حاصل میشود حرارت از خارج

بآن مخلوط نمیرسد بس بطور اجبار مایع از حرارت محسوس خود
میگیرد و آنرا مخفی مینماید و ذوب میشود و چون آنحرارت محسوسه
بدل بحرارت مخفیه گردید اثر خارجی از آن بروز نخواهد نمود
و بنابراین مخلوط مذکور در هنگام ذوب سرد میشود و غالب تا ۱۵
درجه زیر صفر میرسد بطوریکه هر وقت که دو جسم جامد بواسطه اثر
یکدیگر مستحیل بمایع شوند و یا جسم جامدی با عانت جسم مایعی مایع گردد
حرارت ظاهری تنزل میکند چرا که مقداری از آن تبدیل بحرارت
مخفیه میگردد و مخلوطات مبرده بنا شده بر همین خاصیت

سادهترین مخلوطات مبرده که غالب استعمال میکنند و خرج چندانی
ندارد مخلوطیست از یخ و نمک طعام و بستنیها با عانت این مخلوط
منجمد میشمایند

و مخلوطات مبرده بسیار زیاد ساخته شده بدون اعانت یخ میتوان یخ درست
نمود بانکه قدری نمک فرنگی را با جوهر نمک مالانیند و بواسطه
اثریکه در یکدیگر میکنند مخلوط مذکور مایع میگردد و چنان احداث

برودتی میشود که باعانت آن میتوان آب را منجمد نمود

۸ — انجماد — بواسطه افزایش حرارت هر جسم جامدی مایع میگردد و بالعکس بواسطه نقصان حرارت جسم مایع جامد میشود مثلاً در ابتدای زمستان ادهان مایعه و چون برودت زیاد شود آب و سایر مایعات نیز منجمد میگردند و از جمله این قاعده کلیه مستثنائی موجود باشد بواسطه اینکه برودتهای معلوم کافی نیست مثلاً الکل را تا بحال منجمد نکرده اند ولی تقریباً قریب ۱۰۰ درجه زیر صفر قوامی پیدا میکند و یقین است که اگر برودتی بیش از آن بتوانیم حاصل نمائیم الکل نیز جامد خواهد گردید

انجماد اجسام در همان نقطه میشود که در باب ذوب آنها ذکر نمودیم و هر جسمی در هر درجه حرارتیکه مایع میگردد در همان درجه حرارت جامد میشود مثلاً آب در صفر درجه یخ می‌بندد و یخ در صفر درجه ذوب و موم در ۶۲ درجه ذوب و در همان درجه جامد میگردد

۹ — حرارت در تمام مدت انجماد تغییر ناپذیر است

وقتیکه

وقتیکه جسمی از حالت سیالی بحالت جمود در میآید آثار چندی بروز میکند مثلاً فرض میکنیم که در مخلوط بردی مرکب از یخ و نمک طعام دو ظرف قرار دهیم که در یکی یخ صفر درجه باشد و در دیگری آب صفر درجه و هر یک از آن دو ظرف دارای میزان الحراره باشند در آن میزان الحراره ظرفیکه یخ در آن است فی الفور بنای نزول را گذارد و بحرارت مخلوط بردی برسد مثلاً ۱۲ درجه زیر صفر و حال آنکه میزان الحراره ظرف دیگر در همان صفر ثابت میایستد و آب آن ظرف بنای انجماد را میگذارد و تا تمام آن منجمد نشود میزان الحراره تغییر نمیکند ولی همینکه انجماد یکباره تمام شد ستون زیبق نازل میشود و بحرارت مخلوط بردی میرسد و از اینجا معلوم میگردد که مادامیکه آب یکباره منجمد نشده باشد ممکن نیست سردتر از نقطه انجماد خود گردد و حال آنکه چون در آن مایع بردی قرار گرفته باید حرارتش تنزل کند و چنانکه مذکور شد چنین بنظر میآید که آب در حالت انجماد باید گرم شود تا حرارت آن با برودت مایع بردی برابری نماید و میزان الحراره تغییر نکند

۱۰ — مراجعت حرارت مخفیه بحالت حرارت محسوسه

چنانچه مذکور شد حرارتی مخفی در اجسام موجود است چنانکه آب مایع
نشده است مگر باعانت یک مقدار زیادی از حرارت مخفیه که اثر
خارجی ندارد پس اگر جسم از حالت سیلان بحالت جمود در آید آن حرارت
مخفیه که بجهت سیلان خویش لازم داشت رها میکند و بنابراین محسوس
میگردد و از اینجا معلوم میشود که بواسطه بروز این حرارت است که مایع
سردتر نمیشود ولی همین که انجماد بآخر رسید دیگر حرارتی احداث
نمیگردد و جسم رفته رفته سردتر میشود و بمایع مخلوطی میرسد

۱۱ — حرارت حادثه بواسطه انجماد فوری

وقتیکه جسمی فوراً منجمد شود حرارتش را میتوان محسوس نمود مثلاً در
انجوش هر قدر زاج سفید ممکن است میریزیم و حرارت میدهیم
تا محلول شود و آنوقت حباب مبرد از آن مایع گرم پر میکنیم و بقدر
حرارت میدهیم تا بغلیان آید و آنوقتیکه بخارات حادثه تمام حباب
و گردن آنرا پر نمود سر آن را با چوب پنبه چرب سر آنرا مسدود مینمائیم

و از آتش

و از آتش دور میکنیم و میگذاریم تا سرد شود و پس از سرد شدن چون بآن
حباب نظر کنیم مایع آنظرف شبیه آب متعارفی صاف و سرد است
حال اگر سر آنحباب را باز کنیم فی الفور مایع منجمد میشود و سخت میگردد
و بواسطه این انجماد فوری حباب گرم میشود و حرارت آن محسوس است
میگردد و همچنین بواسطه آنست که حرارت مخفیه بحالت محسوس در میآید

۱۲ — در ازدیاد حجم بعضی از اجسام در هنگام انجماد

اغلب اجسام همینکه جامد شدند حجم آنها کمتر میشود و منقبض میگردند
بالعکس بعضی دیگر چون از حالت سیلان بحالت جمود در آیند منبسط میگردند
مثلاً چدن که در ضرورت بار زنده کی غلب استعمال میشود همین طور است
و مخصوصاً بواسطه اینخاصیت میتوان در قالبی هر شکل و نقش که
بخواهند چدن را بریزند و آب نیز همین حالت را دارد و در وقت
انجماد ۸۸/۱۰۰۰ بر حجم او افزوده میشود و اگر اینمایع را در ظرفی
کنند ازدیاد حجم یخ در هر گره مربع سطح فشاری معادل ۱۳۰۹
من حادث مینماید و این قوه را قوه انبساطیه یخ نامند

۱۳ — آثار قوّهٔ انبساطیّهٔ یخ — ظروف فلزی را از
آب پر نمایند در ایام برودت خورد میشوند چرا که اول در دهانهٔ آنها
چند ورقی یخ میبندد و مثل چوب پنبه که سر بطری را بدان میبندند
در دهانهٔ آن ظرف تمام مایع را محبوس نگاه میدارند و چون یخ
بست بواسطهٔ ازدیاد حجم او فشاری حاصل میشود از داخل بخارج
و ظرف را خورد میکند و اگر توپ آهنی را از آب پر کنند و دهانهٔ
آنرا محکم ببندند بواسطهٔ انجماد آن آب توپ میشکند و غالب اوقات
آب همین که در سنگهای سخت داخل شد و یخ بست سنگ را خورد
میکند و اثر یخ بندان در نباتات همیشه مضرّت چرا که آب در نسج
نباتات داخل میشود و یخ میبندد و آن نسج را بواسطهٔ قوهٔ انبساطیه میدراند

۱۴ — منتهای وزن مخصوص آب — آب مانند جمیع
اجسام منقبض میشود و بواسطهٔ انقباض در حجم واحد وزنش تغییر
میکند و افزوده میشود ولی انقباض او قرب نقطهٔ انجماد در موضع
مخصوص می‌ایستد و از آن پائین تر منبسط میگردد و انبساط او

تا آنوقتی

تا آنوقتی است که بنای انجماد میشود و این تغییر حجم در چهار درجهٔ فوق
صفر واقع میشود پس در چهار درجه آب منتهای صغر حجم را دارد و بنا
براین منتهای کثافت او در همین نقطه است که گرم وزن یک سانتی مطر
مکعب آب مقطر است در چهار درجه حرارت

فصل پنجم در بخارات

۱ — تبخیر سطحی و تبخیر قعری — مایعات بدو
طریقهٔ مختلف تبدیل ببخار میگردند یا آنستکه بخار در سطح مایع تولید
میشود و مایع بحالت سکون است و آنرا تبخیر سطحی گوئیم و گاهی از
اوقات بخارات در قعر ظرفیکه شامل آن مایع است احداث
میگردند و با حرکتی پر صدا بشکل حباب از قعر ظرف بالا میآیند و در
اینحالت تبخیر را تبخیر قعری گوئیم و حرکت ذرات مایع را که در وقت
بالا آمدن صدا میکنند غلیان نامیم مثلاً آب در ظرفی در مجاورت هوا چون بخار
شود تبخیرش سطحی است و اگر آنرا در روی آتش گذاریم و بجوش آوریم
تبخیر قعری است و تبخیر سطحی در هر درجهٔ حرارتی ممکن است چنانچه یخ نیز

احداث بخار میکنند و بالعکس تبخیر قوی در حرارت معینه حادث میشود

۲ــ برودت حادث شده بواسطه تبخیر

ــ چنانچه مذکور شد بخار
بجهه تولید شدن و بطوریکه هر جسم جامدیکه مایع میگردد مقدار زیادی
حرارت لازم دارد که جذب میکنند و بکار میبرد بجهه جزر نمودن ذرات
خود و آنرا حرارت مخفیه نامیدیم و این حرارت در میزان الحرارت اثری
ندارد بخارات حادث نمیشوند مگر بهمان طریق یعنی که جسم مایع تبخیر شود
جز برای این جذب مقدار زیادی از حرارت و این حرارت اثر ظاهری ندارد
چرا که بخار آب گرمتر از آب جوشان نیست و حرارتیرا که جذب نموده در خود مخفی
کرده است بجهه اینکه از حالت مایعان بحالت بخار در آید پس در حین تبخیر
سطحی احداث برودت میشود چرا که حرارت لازمه استحاله مایع ببخار
از اجسام مجاوره جذب میگردد و ممکن است بخار آب آنقدر حرارت در خود مخفی
نهفته کند که صد درجه آب صفر درجه را بجوش میآورد

۳ــ مثال ــ همه کس این تجربه را کرده است که چون از حمام
گرم بیرون بیاید بدنش سرد میشود بسبب اینفقره است که سطح

خارج بدن از یک طبقه آب پوشیده شده است و تبخیر آن حرارت مخفیه
لازمه را از بدن جذب میکنند و بخار آب آن حرارت را با خود میبرد و اگر بدن را
پاک کنیم یا در پاره در آب فرو بریم تبخیر منقطع میگردد و بدن
بحالت اول گرم میشود

در مملکت اسپانیا و غیره بجهه اینکه آب را سرد نمایند کوزه های استعمال
میکنند بسیار متخلخل که آب از آنها کمی نشر میکنند و مدام سطح خارجی
کوزه را تر نگاه میدارد و این رطوبت چون تبخیر میشود حرارت لازمه را
از کوزه و آب جذب میکنند و بنابراین آب کوزه سرد میگردد و اگر کوزه را
در پارچه تری بپیچیم و در محلی بیاویزیم که هوا جریان داشته باشد
بهمین دلیل آب آن سرد میشود

هر وقت که بدن انسان عرق داشته باشد لازمه احتیاط این است
که لباس خود را نکنند و نگذارد که هوا با بدن مجاور گردد چرا که در این حالت
بدن انسان شبیه آن کوزه هائیست که در مثال فوق ذکر نمودیم و
بنابراین از تبخیر سطحی آن رطوبات ممکن است احداث برودتی شود که

همیشه مضر و گاهی مهلک است

هر قدر که مایع سریعتر تبخیر شود احداث برودت بیشتر میشود اتر را
که قابل استحاله تر از آب است اگر در کف دست بریزیم حس برودت
محسوس میشود چرا که محض تبخیر حرارت مخفیه لازمه را از دست ما
جذب میکنند و مایعاتی هستند که سریعتر تبخیر میشوند و چنان احداث
برودتی میکنند که دست را متألم مینمایند و غالب حکمای آن مملکت
و بالعکس ادهان یعنی چون بسیار در سطحی تبخیر میشوند هیچ احداث
برودتی از آنجا درست آنها با بدن حس نمیگردد

۴ــ در انجماد آب در خلاء

ــ ظرف پهنی را که تا نیمه
از جوهر گوگرد خالص پر نموده باشیم در تحت سرپوش تخلیه هوا قرار
بدهیم و مطابق شکل ۷ کپسولی از نقره را با علاقه سه پایه
در روی آن ظرف قرار بدهیم و آن کپسول را از آب پر میکنیم حال اگر
هوای جوف سرپوش را تخلیه نمائیم تبخیر سطحی آب بواسطه فقدان فشار
هوا تشدید میشود و لیکن جوهر گوگرد بخار آب حادثه را جذب میکند بطوریکه
دیگر

وسعت سرپوش پر نمیشود و علی الاتصال احداث بخار میگردد و
این بخارات حرارت لازمه را از حرارت محسوسه آب جذب مینمایند و عاقبت
آب کپسول منجمد میشود

۵ــ تجارب مختلفه

ــ در کپسولی قدری سولفور دو کربن
یا اتر بریزیم و آنرا در روی بالش پنبه قرار بدهیم و بجهت اینکه مایع
زودتر بخار میشود بدمیم و بواسطه تبخیر چنان احداث برودتی میشود که
بخار آب هوا با ظرف مجاور میشود و در سطح خارجی آن ظرف یخ میبندد
بواسطه تبخیر سریع اسید سولفورو مایع زیبق را میتوان منعقد نمود و
چنان سخت منجمد میشود که مانند فلزات چکش خور هر شکلی را بخواهیم
اختیار کند مثلا با سندان و اشکال [illegible] نمائیم و در حالت
اگر زیبق مجاور بدن شود اثر آهن سرخ شده از او ظهور میرسد و از این میسوزاند
بزرگترین برودتیکه تاکنون میتوانیم احداث کنیم آن برودتی است که
حاصل میشود وقتیکه بر تو اسید و ازت را بواسطه فشار زیاد مایع نموده
وبعد آنها را بخار نمائیم این مایع آنقدر فرار است که فلز [illegible]

چون درا و فرو بریم بهمان فصلی که از فرو رفتن آهن سرخ در آب
احداث شود بظهور میرسد و اگر آن مایع را در کف دست بچکانیم
فی الفور طاول میزند و زیبق بخنکی کافیست تا منعقد میگردد و چون
این مایع را با اسید کربنیک جامد وار مخلوط نمائیم چنان احداث
برودت میشود که الکل را غلیظ مینماید و اگر ظرف آنرا معکوس نمائیم نمیریزد

۶ــ غلیان ــ همینکه مایعی بقدر کفایت حرارت دید
حبابهای بخار ابتدا در اطراف کم ظرف احداث میشوند و از آن مایع
عبور میکنند و داخل طبقاتی میشوند که سردترند و بواسطه دوری از آتش
از این طبقات آن حبابها مجددا مستحیل بمایع میشوند و بسطح مایع
نمیرسند و چون حبابهای بخاری که در اول احداث شده اند مستحیل
میگردند صدائی احداث میشود که آنرا آواز مایع گویند و این آواز
مقدمه غلیان است بعد حرارت چون زیاد رسید حبابهای
بزرگتر احداث میگردند و از مایع میگذرند و بسطح آن میرسند
و در اینحرکت ذرات مایع را با خود میآورند و آنوقت در مایع حرکت

با صدائی

با صدائی حادث میشود که غلیانش گوئیم و مایعات مختلفه در حرارت
مختلفه بجوش آیند مثلا اسید سولفورو مایع در ۸ درجه زیر صفر
بجوش میآید و اتر در ۳۵ درجه بالای صفر و سولفور دو کربن در
۴۶ درجه و آب در صد درجه و زیبق در ۳۶۰ درجه و گوگرد در ۴۰۰ درجه
در تمام مدت غلیان حرارت تغییر ناپذیر است مثلا آب در صد درجه
حرارت بجوش میآید و آنوقت هر قدر بیشتر آتش کنیم آب
شدیدتر میجوشد ولی حرارتش همان صد درجه است و این فقره در
تمام مایعات صحیح است یعنی که چون نقطه غلیان حاصل گردید
مایع از آن گرمتر نمیشود و حرارتیکه علی الاتصال از کانون حرارت
جذب میشود صرف تغییر حالت میگردد و مخفی میشود و بخارات حادثه
حرارت را با خود میبرند بخاراتیکه از مایعات مختلفه حاصل میشوند درجه
حرارتشان همان حرارت غلیان است ولی علاوه بر این حرارت
محسوسه حرارت بسیاری مخفی دارند که باعث بخار شدن آنها گردیده

۷ــ اثر فشار در نقطه غلیان ــ کره هوا از جمیع

اجسام فشار رسیده‌اند پس سطح مایعیکه میخواهیم بجوش آوریم فشاری
وارد میآید و واضح است که این فشار هوا مانع خروج بخارات
میگردد و باعث این میشود که دیرتر بجوش آیند و هر قدر فشار
هوا زیاد شود غلیان مشکلتر میشود و حرارت بیشتر لازم است و بالعکس
فشار هوا ناقص میگردد غلیان سهلتر و حرارت کمتر لازم میگردد
و اینحالت اخیره در جمیع نقاط مرتفعه ظاهر میشود چرا که فشار هوا
در آن نقاط کمتر است مثلاً در قلهٔ کوه ابیض که ۴۸۰۰م ذرع برتر از
سطح دریاست آب در ۸۴ درجه جوش میآید و در دامنهٔ کوهی از
ینگه دنیای جنوبی در نقطه که ۴۱۰۱ متر بالاتر از سطح دریا بود آب در
۸۶ درجه بجوش آمد و در مریضخانهٔ سنکتار که ۲۰۷۵ متر از
سطح دریا بالاتر است در ۹۲ درجه و بالاخره در سطح دریا در ۱۰۰ درجه
بجوش میآید و در اینحالت اخیر ارتفاع زیبق میزان الهوی ۷۶ [?]
لیکن اگر فشار بیش از این باشد آب دیرتر بجوش میآید و اگر کمتر
از این باشد زودتر و از اینجا معلوم میشود که در تعیین نقطهٔ اعلای صفحات [?]

میزان الحراره باید این فقره را ملاحظه نمود که مقدار فشار هوا [?] باشد

۸ – غلیان آب بواسطهٔ سرد کردن بخارات

یکی از تجربه‌های خوب که میتوان باعانت آن اثر فشار را در نقطهٔ
غلیان واضح نمود تجربهٔ ذیل است
حباب شیشه را از آب پر میکنیم و باعانت حرارت آنرا بجوش
میآوریم و در هنگامیکه آب بجوش شد دهانهٔ حباب را با چوب پنبهٔ
جری محکم میبندیم و آنوقت حباب را معکوس میکنیم و دهانهٔ آنرا در
ظرفی پر از آب مطابق این شکل ۱۷۱
فرو میبریم و این احتیاط بجهت اینست
که مانع دخول هوای خارجه در حباب
کردیم و در اینحالت حباب علاوه بر آب
دارای مقداری بخار آب و هوائی
در آنجا نیست چرا که هوای آن مانع بواسطهٔ
غلیان خارج شد این بخارات بواسطهٔ

قوهٔ ارتجاعیهٔ خود بر سطح مایع فشار وارد بیاورند پس اگر این
فشار را اشتقاق نمائیم اگرچه حرارت آب صد درجه بیشتر شود غلیان بعمل
نیاید و بجهة اینکه قوهٔ ارتجاعیهٔ بخار آنرا اشتقاق نمائیم آنرا سرد
بکنیم یعنی با ظرف متصل آب سرد در روی آن حباب بریزیم که از آن
بخار آب بواسطهٔ برودت متکاثف بمایع میشود و آنوقت تمام مایع
حباب شروع بغلیان مینماید و شدت اینکه در روی آتش شدید گذارده
باشیم بجوش شد ولی همینکه بمقدار جدیدی بخار تولید شد و وسعت
آن حباب را پر نمود و فشار زیاد بر سطح مایع وارد آورد غلیان
تمام میشود و دوباره مایع بحالت سکون در میآید و اگر مجدداً قدری
آب سرد در روی آن حباب بریزیم تا جزئی از آن بخارات آب متکاثف
شود مجدداً غلیان حادث میشود تا آنکه بواسطهٔ فشار بخارات حاصله
مجدداً بحالت سکون در آید و اگر آب سرد بطور متصل در روی حباب
جاری گردد بطوریکه هرچه بخار حادث میشود بتدریج متکاثف گردد غلیان
منقطع نمیشود تا وقتیکه حرارت حباب و مایع جوف آن و آبیکه در روی
حباب

حباب میریزند تعادل نکرده اند غلیان قطع نمیگردد

۹ـ دیگ پاپن ـ همینکه آبرا در ظرف بازی حرارت
دهیم اگر فشار هوا معادل ۱ کره باشد در صد درجه غلیان خواهد آمد
و همینکه شروع بغلیان نمود ممکن نیست که حرارتش افزوده گردد
ولی اگر آبرا در ظرف مسدودی که ابداً هیچ منفذ بجهة خروج بخار نداشته
باشد حرارت دهیم میتوان درجهٔ حرارت آبرا بسیار بالاتر از آن
برد و غلیان آنرا بتعویق انداخت چراکه بخارات در جزء فوقانی
ظرف متراکم میشوند و احداث فشاری مینمایند که رفته رفته تزاید
میشود و مانع از غلیان آب میگردد و حرارت آنرا بیافزاید ولی باید
ظرف مزبور بسیار مستحکم باشد تا بتواند مقاومت قوهٔ ارتجاعیه
بخارات متراکمه را نماید و دیگ پاپن صاحب این شروط است
و آن مرکب است از ظرف برنجی ا مطابق این شکل ۷۲
که در آن آب ریخته ایم و بواسطهٔ سرپوش محکمی دهانهٔ
آنرا فرا بسته ایم و بپیچ وف در کاب س ص سرپوش را

محکم نگاه داشته اند در نقطهٔ سرپوش سوراخی است که بر آن دریچهٔ
نصب نموده اند و بواسطهٔ اهرم د وزنهٔ متحرک پ که با اهرم متصل است
دریچه را بسته میدارند این وزنه در روی اهرم موافق آنقوهٔ
ارتجاعیه که میخواهند از آن تجاوز نمایند قرار داده میشود و همینکه بخارات
جوف دیگ قوهٔ ارتجاعیه شان از حد مذکور تجاوز نمود دریچهٔ
ط را با اهرمیکه بر آن تکیه دارد بلند میکنند و واضح است که
هرچه وزنه دورتر باشد مقاومت زیادتر خواهد بود پس میتوان این
وزنه را طوری قرار داد که فشار از ۳۰ تا ۴۰ اتمسفر تجاوز ننماید
و اگر فشار بحد فاصله زیادتر گردد دریچه باز میشود و بخارات خارج میگردند
و در هوا داخل میشوند و بنابراین باعانت این دریچه قوهٔ ارتجاعیه
بخارات دیگ از حد معین تجاوز نمینماید و خطری بجهة عملجات
معینه و دیگ خورد نمیشود و باید مناسبت دریچهٔ مذکور را با دیگ
امتحان نمایند در دیگ پاپن آب ممکن است ۲۰۰ درجه حرارت پیدا
کند مشروط بر آنکه دریچهٔ امنیت را بجهة ۱۶ اتمسفر قرار داده باشند

و اگر

و اگر آن دریچه را بجهة ۲۷ اتمسفر ترتیب دهند حرارت آب
به ۲۷۰ درجه میرسد و در اینحالت که حرارت آنقدر است میتوان با احتیاط
زیاد نمود استخوان نرم میشود و قلع و سرب ذوب میگردند ولی
باید بخاطر نگاه داشت که در این حرارت زیاد قوهٔ بخارات بسیار است
و احتیاط بسیار باید نمود و ظروف بسیار محکم استعمال کرد

۱۰ — گرم کردن آب باعانت بخار —

مراجعت بخار را بحالت میعان استحاله نامند و در مدت این
تغییر حرارت محسوسه حادث نمیکند و بسبب بروز آثار میزان الحراره میشود
یکمن بخار آب آنقدر حرارت مخفیه دارد که ممکن است باعانت آن یکمن
۵ من و نیم آب صفر درجه را بصد درجه رسانید و بنابراین
بخار علاوه بر حرارت محسوسه که دارد و ظاهر است ۵ برابر
و نیم حرارت دیگر در آن موجود است که با آلات حساسه محسوس نمیگردد
پس اگر در ۵ من و نیم آب صفر درجه یکمن بخار صد درجه داخل کنند
این بخار مستحیل بمایع میگردد و حرارت مخفیه اش محسوس میشود



وعاقبت ۶ من ونیم آب صد درجه حاصل میشود

در صنایع غالب این قاعده را استعمال میکنند بجهة گرم کردن
مقدار زیادی از آب بدون آنکه لازم باشد آنها را بلاواسطه بگذاریم در
کانون حرارت نمائیم و بجهة مثال فرض میکنیم که ظرف چوبی بسیار
بزرگی از آب سرد موجود است و مقصود بغلیان آوردن آن
آبست بجهة اینعمل در قعر آن ظرف ملاقات لوله بخار آب را که در دیگ
جداگانه احداث شده داخل مینمائیم و آب را بجوش میآوریم

۱۱ — **تقطیر** — هر مایعی در حرارت معینیکه مخصوص
اوست تبخیر میشود مثلاً الکل در ۷۸ درجه و آب در صد درجه و غیره
و اگر مخلوطی از دو مایع که تبخیرشان در دو حرارت مختلف باشد
حرارت دهیم آنکه سهلتر تبخیر میشود زودتر بجوش میآید و اگر
بواسطه لوله بخارات حاصله را در جای دیگر ببریم و برودت
دهیم تبدیل بمایع میگردند و باین قاعده میتوان دو مایع مذکور را
از یکدیگر جدا نمود و چنین عمل را تقطیر گویند پس فائده تقطیر جدا
کردن

کردن اجسامی است که قابلیت استحاله آنها مختلف باشد و آلت
تقطیر را قرع و انبیق گویند و آن مرکب است از دیگ ث که بر آن
سرپوش ا را قرار داده اند و مارپیچ س در ظرف برود د که بخارات را
سبب تبدیل بمایع مینماید و علی الاتصال آب سرد ظرف برود را
که اطراف مارپیچ را گرفته عوض میکنند مطابق این شکل ۷۳

فصل ششم در قوة ارتجاعیه بخارات

۱ — قوة ارتجاعیه در حرارت غلیان —

بخارات هر مایعی بواسطهٔ اینکه ذرات آنها مایلند از یکدیگر دور شوند
صاحب قوهٔ ارتجاعیه هستند و بواسطهٔ آن بر اطراف ظروفیکه
محتوی آن بخاراتند فشاری وارد میآید و هر چه حرارت زیاد
شود بر قوهٔ ارتجاعیهٔ آنها میافزاید ولی ازدیاد قوهٔ ارتجاعیه بسیار
سریعتر از ازدیاد درجهٔ حرارت

در حرارت غلیان بخاراتیکه از مایعات احداث میشوند قوهٔ ارتجاعیهٔ آنها
برابر قوهٔ ارتجاعیهٔ هواست یا بعبارت دیگر قوهٔ ارتجاعیهٔ آنها مساوی است
بوزن ستونی از زیبق که ۷۶ گره ارتفاع داشته باشد و دلیل این فقره
واضح است بجهة اینکه بخار قبل از احداث شدن باید فشاری حاصل
نماید که تعادل کند با فشار هوا مثلاً آب در ۱۰۰ درجه چون بجوش
آید بخاراتیکه حادث میشوند فشار هوا صعود آنها را منع نمیکند و از
طرف دیگر باید ملاحظه نمود که حرارت غلیان هر چه باشد فشار بخارات
آن معادل با فشار هوا است مثلاً آب در ۱۰۰ درجه و الکل در ۷۸ درجه
و اسید سولفوریک مایع در ۸ درجه زیر صفر بغلیان میآیند و بلا تفاوت بخار
آنها

حادثه از هر یک از آن حباب صاحب قوهٔ ارتجاعیه است معادل یک جو

۲ـ قوهٔ ارتجاعیه در حرارت بالاتر از نقطهٔ غلیان

بخار آب چون اهمیتش بیش از سایر بخارات است بالتجربه مثال آن
بخار را تصور میکنیم در ۱۰۰ درجه حرارت چنانچه مذکور شد قوهٔ
ارتجاعیهٔ بخار آب یک جو است و در حرارت بالاتر چنانچه در فصول
سابقه بمناسبت دیگ پاپن ذکر شد قوهٔ ارتجاعیهٔ بخار آب
احداث فشارهای قوی میکند پس فرض میکنیم دیگ دیگری را
که استحکام آن زیاد باشد و در آن دیگ احداث شود آن دیگ را
بمیزان الضغط متصل کنند و بواسطهٔ این آلت قوهٔ ارتجاعیه
بخار حادثه را اندازه گیرند در آنصورت دیده میشود که هر چه بر حرارت
افزوده شود بر قوهٔ ارتجاعیهٔ آن بخارات افزوده میشود و نتایج
این تجربه در جدول ذیل ثبت است

حرارت	قوهٔ ارتجاعیهٔ بخار آب
۱۰۰ درجه	۱ جو

درجه	جو
۱۲۱	۲
۱۳۴	۳
۱۴۴	۴
۱۵۲	۵
۱۶۰	۶
۱۷۱	۷
۱۶۵	۸
۱۷۶	۹
۱۸۰	۱۰
۱۸۴	۱۱
۱۸۸	۱۲
۱۹۵	۱۴
۲۰۱	۱۶

۳ — در حرارت مخصوصهٔ اجسام —

دفعتاً

وقتیکه یکمن جسمی را گرم کنیم و حرارت آنرا ۲ یا ۳ یا چند درجه
بالا ببریم معلوم میشود که مقدار حرارت مجذوبه در هر یک از این درجات
تقریباً متناسب اعداد یک و ۲ و ۳ خواهد بود و از روی این مثال معلوم
میشود که مقدار حرارت حاصله بواسطهٔ اعمال شیمیائی یا مجذوبه بواسطهٔ
اجسام هنگامیکه آنها را حرارت میدهیم مقادیری هستند که میتوان
آنها را اندازه گرفت مشروط بر اینکه واحدی از برای آنها اختیار نمائیم
انجمنی از فرنگ که در آن گفتگو میکنند از تقدیر مقادیر کالری ترمی نامند
واحدیکه انتخاب نموده‌اند مقدار حرارتیست که لازم است بجهة گرم کردن
یکمن آب از صفر درجه تا یکدرجه و آنرا کالری نامند
فرض میکنیم که حرارت ۱۵ من آب را از صفر درجه تا یکدرجه بالا ببریم
در اینصورت واضح است که مقدار حرارت مجذوبه ۱۵ کالری خواهد
بود و اگر جسم را از صفر درجه الی ۷ درجه مثلاً حرارت دهیم مقدار
کالری نخواهد بود در رابطه با این اینده و مقدار آن هنوز معلوم نشده
ولی میتوان بتقریب از روی تجربه ذیل معین نمود

زیرا که [illegible] ۱۵ × ۲۷ ؛ ۰٫۰۵ [illegible]

درظرفیکه ٥٠ درجه حرارت دیده باشد یکمرتبه وزن آب بریزیم یا صفر درجه و یا صد درجه و بعد بجوبی آنهارا مخلوط نموده حرارت ظرفرا معین مینمائیم و ٥٠ درجه مییابیم و بنابراین در حرارت آن تغییری عارض نشده و بهمان حالت اول باقیست ولی یکمن آب صد درجه آنقدر حرارت بخود راه نمیدهد که لازمست بجهة بالا بردن درجهٔ حرارت از ٥٠ تا ١٠٠ او و اینمقدار حرارت یکمن آب دیگر داده شد و حرارت آن از صفر به ٥٠ درجه رسید پس یکوزن معین آب بجهة اینکه قطع نظر از حرارت اولیه چند درجهٔ معین بالا رود همیشه مقدار حرارت یکیست و از اینقرار بجهة اینکه ع من آبرا از صفر درجه یکدرجه برسانیم و یا از یکدرجه بدو درجه و یا بالاخره از دو درجه به سه درجه وغیره در حالت عمومی ع کالری حرارت لازمست و بجهة اینکه از صفر درجه به ت درجه برسد ت × ع کالری لازم خواهد بود و بجهة اینکه آنرا از ت درجه به ط درجه برسانیم ت × ع − ط × ع لازم خواهد بود

حال اگر در یکمن آب صفر درجه یکمن ماده دیگرا که صد درجه حرارت داشته باشد داخل کنیم از حرارت خود بآب میدهد ولی بیشتر از آنچه آب گرم شده است آنجسم سرد میشود شاید تغییرات ذیل اینفقره را توضیح مینماید

	تغییر حرارت آب	تغییر حرارت جسم
زیبق	٩٦٫٧٨	٣٫٢٢
آهن	٨٩٫٧١	١٠٫٢١
روغن تربانتین	٧٠٫١٠	٢٩٫٩٠

از روی این اعداد معلوم میشود که مقادیر متساویه حرارت یکوزن معین از مواد مختلفه را بطور مختلف گرم مینمایند و یا بعبارت دیگر مقدار حرارات لازمه بجهة بالا بردن یکدرجه حرارت اوزان متساویه مواد مختلفه غیر متساویند و از اینجا این تعریف نتیجه میشود

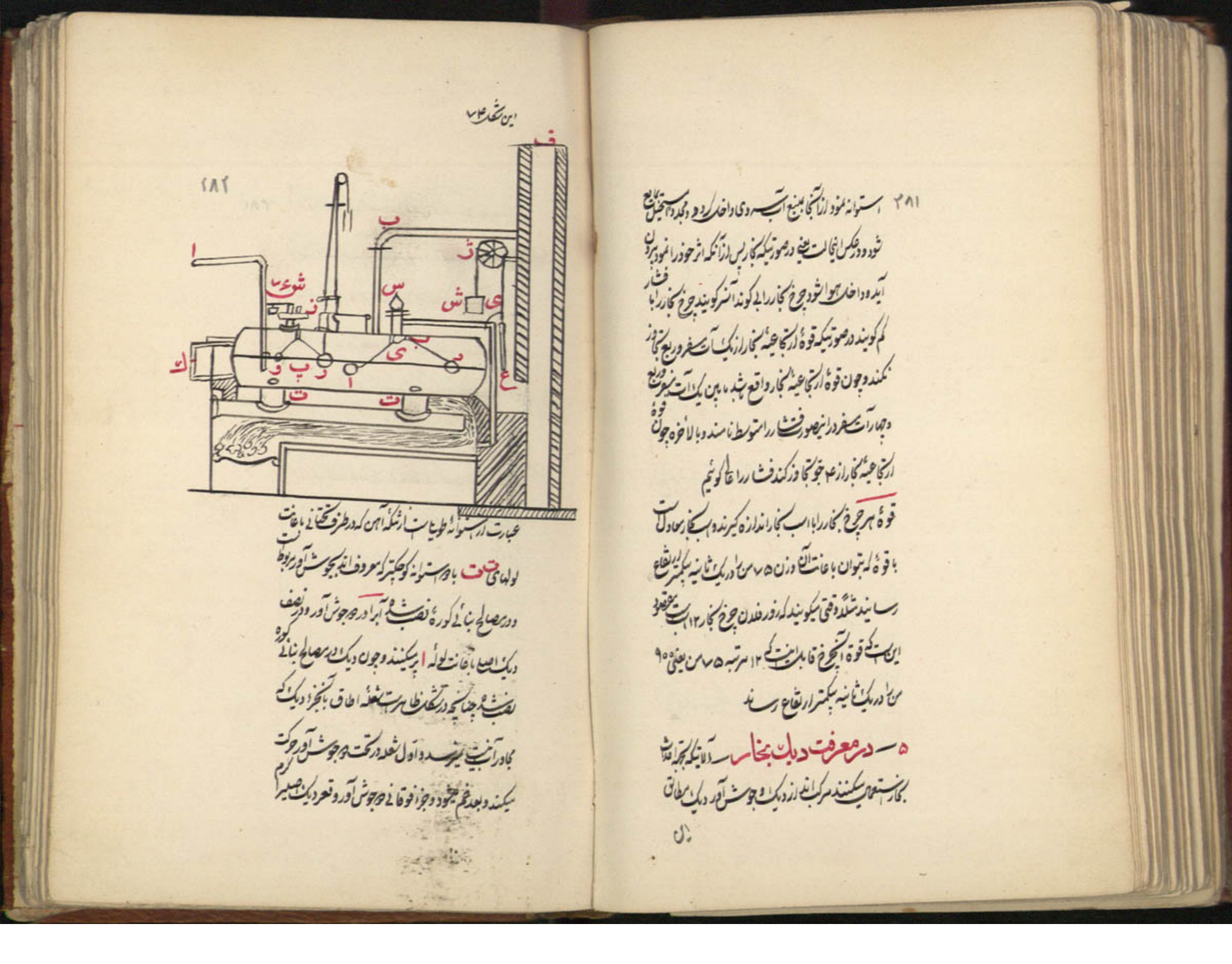
حرارت مخصوص یا ظرفیت حرارتیهٔ یکجسم مقدار حرارتیست که لازمست بجهة بالا بردن حرارت یکمن از آنجسم از صفر درجه بیکدرجه

و باید همقدار حرارت با کالری اندازه گرفته شده باشد
بجهة تعیین حرارت مخصوص اجسام قواعد مختلفه وضع نموده اند و این
رساله گنجایش شرح آنها را ندارد

۴ — در استعمال بخار بعوض محرک چرخ اثقالی

مسئله استعمال بخار بعوض محرک چرخ اثقال در آخر مائه ۱۷ حل شد و
این یکی از افتخارات مملکت فرانسه است که یکی از اهالی آن دنیس
پاپن بدبخت سبب چرخ بخار را که در حقیقت منبع آسایش است
بدست داد و در خارجه در عین فقر و بیکسی خیال اصلاح این که در حقیقت
باعث ازدیاد قوه انسانی شد این بود که بخار را در استوانه داخل
کند و فشار آنرا بر پیستونی وارد آورد و این فقره را بعد از حوادث
که عمله کارخانه یکی از شهرهای انگلیس بود تکمیل نمود و بواسطه هوش
شخصی و انکشافات عدیده یکی از اشخاص بزرگ مائه خویش گردید
و ما شروع میکنیم مجملا از اجزاء چرخ بخار
چرخهای بخار را از حیثیت محل استعمال آنها بدو نوع منقسم نموده اند

چرخهای بخار ساکن و چرخهای بخار متحرک و از حیثیت حرکت پیستون
استوانه آنها را بدو قسم تقسیم نموده اند که آنها را چرخهای بخار یک
اثری و چرخهای بخار دو اثری و نیز از حیثیت وضع بیرون کردن بخار
آنها را باکوندانسر و بی کوندانسر گویند و بالاخره از حیثیت قوه بخار
آنها را با فشار بزرگ و با فشار متوسط و با فشار کوچک گویند
چرخهای بخار ساکن آنهائی هستند که موضعشان تغییر نمیکنند و این
نوع چرخها شاگرد بجهة چاپخانه و بخارخانه و ریسمان ریسی و سایر
کارخانه جات شده و چرخهای بخار متحرک آنهائی هستند که موضعشان
تغییر میکند مانند چرخهای بخاری که در کشتی و راه آهن میسازند
چرخ بخار را یک اثری گوئیم در صورتیکه بخار بر یک سطح استوانه فشار
وارد آورده شده از تحت بفوق و نزول پیستون بواسطه ثقل خود او
واقع شود و در عکس اینحالت یعنی آنوقتیکه بخار گاه در زیر پیستون وارد
شود و گاهی در فوق آن در آنصورت چرخ بخار را دو اثری گوئیم
چرخ بخار را باکوندانسر گوئیم وقتیکه بخار پس از آنکه اثر خود را در پیستون



استوانه نمود از آنجا بمنبع آب سردی داخل کرده و مجدداً تحلیل یابع
شود و در عکس اینحالت یعنی در صورتیکه بخار پس از آنکه اثر خود را نمود بیرون
آید و داخل هوا شود چرخ بخار را بی کوندانسر گویند چرخ بخار را با فشار
کم گویند در صورتیکه قوهٔ ارتجاعیهٔ بخار از یک آتمسفر و ربع تجاوز
نکند و چون قوهٔ ارتجاعیهٔ بخار واقع شد ما بین یک آتمسفر و ربع
و چهار آتمسفر در اینصورت فشار را متوسط نامند و بالاخره چون قوهٔ
ارتجاعیهٔ بخار از ۴ جو تجاوز کند فشار را عالی گوئیم

قوهٔ هر چرخ بخار را با اسب بخار اندازه گیرند و اسب بخار معادل است
با قوهٔ که بتوان باعانت آن وزن ۷۵ من را در یک ثانیه یکمتر ارتفاع
رسانید مثلاً وقتی میگویند که زور فلان چرخ بخار ۱۲ اسب است مقصود
این است که قوهٔ آن چرخ قابلیت کی ۱۲ مرتبه ۷۵ من یعنی ۹۰۰
من را در یک ثانیه یکمتر ارتفاع رساند

۵ — در معرفت دیگ بخار

دیگهائیکه تجربه اخلاف بخار استعمال میکنند مرکب اند از دیگ و جوش آور دیگ مطابق
ذیل

این شکل ۴۰

عبارت از استوانهٔ طولیات از شکل آهن که در طرف تحتانی باعانت
لولهای ت ت با دو استوانهٔ کوچکتر که معروفاند بجوش آور مربوط
و در مصالح بنائی کوره نصب شده آبرا در جوش آور و در نصف
دیگ اصلی باعانت لولهٔ ا پر میکنند و چون دیگ را در مصالح بنائی کوره
نصب شده چنانچه در شکل ظاهر است شعله اطاق با اجزاء دیگ که
مجاور آتش است میرسد و اول شعله در تحت جوش آور حرکت
میکند و بعد گرم میشود و جزء فوقانی جوش آور و قعر دیگ صبیرا

میکنند و دود از دودکش ف بیرون میرود آلت ی ذ ش

مرکب است از زنجیریکه در روی قرقره قرار داده و در منتهای آن

وزنه نصب نموده‌اند و معروف است به زنجیر و فایده آن این است که عمل

احتراق را بطور دلخواه سریع و بطی مینماید

آب در حال جوش آمده در بغلیها میآید و بخار آب از لوله‌های ت ق داخل دیگ

اصلی میشود و بخار آب در جزو فوقانی دیگ جمع میشود و محض اطلاق بخار

گوییم و پس از آنکه لازم شد بخار را باعانت لوله ب داخل چرخ بخار میکنیم

ء — الت امنیت — قوه ارتجاعیه بخار ممکن است سبب خطرهای

بزرگ گردد مثلا دیگ را بشکند و اگر چنانچه حرارت زیاد شود یا آنکه فورا

احداث بخار زیاد گردد دیگ ممکن است بترکد پس بجهت رفع این معایب حرارت

وضع نموده‌اند یکی میزان الضغط و دیگری دریچه‌های امنیت را ایند و آلت

مخصوص اینکه بخار قوه ارتجاعیه زیاد حاصل نکند و بجهت اینکه سطح

آب پایین نباشد آلات دیگر قرار داده‌اند که معروفند بلوله شاخص و غوطه

در شاخص و غوطه در اخبار و باید دانست که شناختن سطح آب دیگ

از جهه

از جمله لوازم است چرا که اگر آب بیکه از اندازه پایین رفت اطراف دیگ

که بلاواسطه مجاور حرارت شد قرمز میشوند و وقتیکه آب در دیگ داخل میکنیم

احداث بخار زیاد میگردد و ممکن است دیگ بترکد

میزان الضغط انواع دارد و آنکه اغلب بچرخ بخار نصب میکنند

تفصیلش مطابق این شکل ۷۵ این است که اغلب در پهلوی کوره

قرار داده میشود مرکب است از لوله سیمی که بطور مارپیچ پیچیده شده

و یکطرف آن بدیگ متصل است و بخار آب از دیگ داخل این لوله میشود

و هر قدر قوه ارتجاعیه بخار قویتر باشد مارپیچ بیشتر باز میشود و در

منتهای دیگر آن لوله عقربه قرار داده‌اند که بر روی صفحه حرکت میکند

در حسب اینکه قوه ارتجاعیه بخار بیشتر آید یا کمتر گردد عقربه در روی

صفحه حرکت میکند در جهتی یا در جهت دیگر

دریچه امنیت ز مطابق شکل ۷۶ که در شکل ۷۴ است مرکب است

از مخروط مستدیر ناقصی که یکی از ثقبه‌ها را که در دیگ قرار داده‌اند

میبندد و مسدود نمودن آن دریچه باعانت اهرم و وزنه‌ای است و

وشرح آنرا در دیگ پاپین مذکور نمودیم و چون قوه ٔ ارتجاعیه از حد معین
تجاوز نماید دریچه را بالا میبرد و بخار خارج میشود

لوله شاخص ک لوله ایست بلوری و بسیار محکم و با غلاف مجرای
فلزی با آب و بخار دیگ اتصال مربوط است بطوریکه در این لوله و در دیگ
آب همیشه در یک سطح است و این آلت را گاه گاه نظر میکنند و از روی آن سطح آب
دیگر را می بینند که مبادا از آنچه باید زیاده و کم شود و علاوه بر آن دو شیر
بفاصله کمی از یکدیگر قرار داده شده که یکی در تحت سطح آب و دیگری
در فوق آن قرار گرفته و گاه گاه آنها را باز میکنند از شیر فوقانی بخار و از
شیر تحتانی آب باید بیرون بیاید پس اگر از شیر فوقانی آب بیرون آمد
دلیل بر اینست که سطح آب بالا رفته و اگر از شیر تحتانی بخار بیرون آید
معلوم میشود که سطح آب پائین آمده

غوطه ور شاخص د پ و عبارت از اهرمی است متحرک که در دو
طرف آن دو گلوله نصب شده و گلوله د با سطح آب حرکت میکند و در
فوق این گلوله میله ایست که از دیگ بیرون میآید و در انتهای آن

[illegible]

زنجیری است که بر چرخ قرقره میگردد و از طرف دیگر بوزنه متصل است
و بواسطه صعود و نزول وزنه مذکوره در کنار سطره تعیین سطح آب
بدست میآید

غوطه ور اخبار مرکب است از اهرم دی ا که یکی از بازوهای آن
سوراخ ب را که در دیگ تعبیه اند میبندد و اگر سطح آب پائین رفت
سوراخ ب بجهة اینکه گلوله ا نزول میکند باز میشود و آنوقت بخار
از آن سوراخ خارج میگردد و زنگ فلزی س را مرتعش مینماید و صوتی
از آن احداث میشود و بواسطه آن عملجات خبر میشوند و در همان وقت بخار
از لوله ع داخل اجاق میگردد و عمل احتراق را قطع یا معدوم مینماید

۷ — چرخ بخار — آلتیکه بخار آب در آن داخل میشود عبارت
از استوانه ایست که بحسب موقع گاه آنرا افقی قرار میدهند و گاه قائم
و در آن استوانه پیستونی بحرکت رفت و آمد متحرک میشود

بجهة اینکه پیستون صاحب حرکت رفت و آمد شود لازم است که بخار نوبت
بر سطح فوقانی یا سطح تحتانی پیستون فشار دهد و برای فشار ناپدید گردد

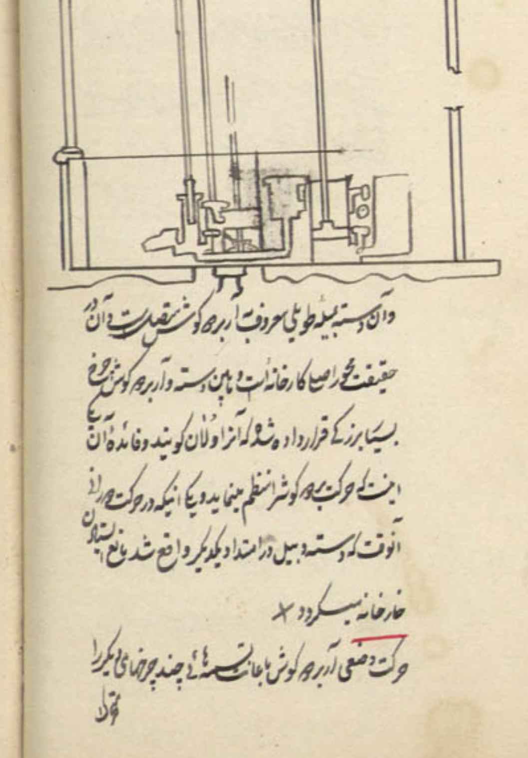
بنابراین از طرفی استوانه باید با دیگ مربوط باشد و از طرف دیگر
با کرهٔ هوا و این نتیجه حاصل میشود باینکه اول بخار را بواسطهٔ لولهٔ ا مطابق
این شکل ۷۷ در دیگی داخل میکنند که
سر دفعت بقوطی بخار و بلاواسطه باعانت
مجرای ب و ث مربوطست بفوق
و تحت استوانه و بواسطهٔ مجرای ثالث د
با کرهٔ هوا متصل میشود در قوطی بخار قوطی متحرک
دیگر ت قرار داده شده که باعانت میلهٔ خ ف در جوف قوطی بخار
حرکت مینماید و آنرا کشو گویند و آن عبارتست از نصف استوانه ایست
که از هر طرف بدو نصف دایره محدود گردیده و در روی ما بهای
سه مجرای فوق تکیه دارد نصف دایرهٔ فوقانی چون در تحت مجرای ب
و نصف دایرهٔ تحتانی در تحت مجرای ث واقع است پس بخار همینکه
در قوطی خود داخل گردید در فوق پیستون وارد میگردد و جزء تحتانی استوانه
بواسطهٔ مجرای ث و د با کرهٔ هوا مربوطست پس پیستون نزول خواهد کرد

ولی از آنکه

و پس از آنکه باخر حرکت خود رسید کشو حرکت میکند و چنانچه در
شکل ظاهرست جزء اعلای استوانه با کرهٔ هوا مربوط میشود و
بخار در جزء تحتانی استوانه داخل شده پیستون را بالا میبرد
بجز استوانه که پیستون آن باعانت بخار صاحب حرکت رفت و آمد
میشود هر چرخ بخار غالب صاحب تلمبه است که بهمان طریق حرکت میکند
یا از آنها تلمبه ایست شفتی که از چاهی آب بالا میآورد و منبعی را پر میکند
و بخار آب پس از احداث حرکت در استوانه بواسطهٔ لولهٔ خارج میشود
و از آن منبع عبور میکند و آب منبع را گرم مینماید و تلمبهٔ دیگر را مخصوص
این قرار داده اند که آب گرم شدهٔ این منبع را هر وقت لازم است
در دیگ داخل نماید

۸ـ آلاتیکه محض انتقال حرکت قرار داده شده اند

بجهة اینکه حرکت پیستون را بآلات کارخانه منتقل نمایم بوسیلهٔ پیستون میله
دیگر باعانت عضو مربوطست مطابق این شکل ۷۸ و آنرا
بیل گویند و این میله بدسته مربوطست که آنرا حرکت دورانی ابتدا



و آن دسته بمیله طویلی معروف بابر چه کوش متصلست و آن در
حقیقت محور اصلی کارخانه است و باین دسته و آبر چه کوش چرخ
بسیار بزرگی قرار داده شده که آنرا ولان گویند و فائده آن
اینست که حرکت بر چه کوش را منظم مینماید و یا آنکه در حرکت او از
آنوقت که دسته و بیل در امتداد یکدیگر واقع شد مانع ایستادن
کارخانه میگردد ×

حرکت وضعی آبر چه کوش باعانت دسته و چند چرخهای دیگر را
متحرک

متحرک مینماید و کارهای مختلفه میکند ×

٩ — در بیان آلت ناظم حرکت —

حرکت چرخ بخار بواسطه دو سبب تغییر ناپذیرست و سریع و بطی میگردد
یا آنکه فشار بخار حاصله در دیگ تغییر میکند و دیگری آنکه آلات مختلفه
که بواسطه دیگ بخار حرکت مینمایند مقاومتشان تغییرپذیرست
و بابواسطه وات صاحب چرخهای بخار آلتی منضم نموده و فائده آن
اینست که مقدار بخار وارده در چرخ را کم و زیاد میکند بقسمیکه هر وقت
سرعت چرخ بخار زیاد یا کم شود مقدار بخار وارده ناقص یا زاید میگردد
و سرعت را منظم میکند و چنین آلترا ناظم حرکت گوییم و [illegible]
ناظم یا قوه گریزان از مرکز مطابق شکل ٧ این آلت عبارت
از متوازی الاضلاع مفصل داری که بمیله قائم س مربوطست و
باعانت چرخ حرکت آبر چه کوش باو منتقل میشود و در شعبه فوقانی
متوازی الاضلاع دو گلوله آهنی منتهی شده اند و بواسطه وزن آن
دو گلوله دو ضلع متوازی الاضلاع میل دارند که بیکدیگر منطبق شوند

و ۱ بواسطه حرکت وضعی میله قائم احداث قوه گریزان از مرکز
میشود و بقوه صنع متوازی الاضلاع را از یکدیگر دور مینماید پس
بواسطه افزایش یا نقصان سرعت چرخ حلقه د در طول میله
قائم از فوق بتحت یا از تحت بفوق حرکت خواهد نمود و این حلقه با
۳ اهرم متوالی مربوطست و باعانت آن ۳ اهرم چنانچه در
شکل ظاهرست دریچه مخصوصی را که در لوله بخار قرار داده شده
بیشتر باز میکند یا کمتر پس وقتی که سرعت چرخ بخار از حد لازم
تجاوز نمود دریچه مذکور بسته‌تر و بخار کمتر داخل میگردد و بنا
براین حرکت بطئی تر میشود

۱۰ — شرح مختصری از یک دستگاه تمام چرخ بخار

در کارخانجات و معادن اغلب چرخ بخارهائی استعمال میکنند که
قوه بخار در آنها زیادست

شکل ۸ صورت اصول آلات چرخ بخاری از آن قبیل و متعلقاتست

۱ استوانه ایست که پیستون در آن حرکت میکند

ب

ب لوله ایست که باعانت آن بخار آب در قوطی بخار داخل میشود

ث کندانسر که باجزاء تحتانی قوطی بخار مربوطست

د تلمبه شفعی است

ف تلمبه ایست که آب گرم را داخل دیگ مینماید

ش میله کشوایست که در قوطی بخار حرکت میکند

ی بالانسیه

ژ ولان

ل میله ایست مفصل دار که از طرف تحتانی با دسته پیستون مربوطست

اولا دیده میشود که میله پیستون از طرف فوقانی با شاهین ی
مربوطست و از طرف دیگر خود این شاهین مربوطست به میل
دنانیا بخار پس از احداث حرکت عوض اینکه در هوا داخل شود
در ظرف ث که معروفست به کندانسر وارد میگردد و همیشه
خالیست از هوا و بعد آن بواسطه لوله ن که در منبع آب فرو رفته همیشه
آب داخل میشود آنجا ظرف ث بواسطه انقباض بخار گرم میشود و

تلمبهٔ د که باعانت دریچهٔ باکندانسر مربوط است علی الاتصال
آب کندانسر را میکشد و این آب باعانت تلمبهٔ ف در دیگ داخل
میشود علاوه بر اینها تلمبهٔ ق آب لازمهٔ انقباض بخار را در منبع
میاورد و این ۳ تلمبه چنانچه در شکل ظاهر است باعانت خود
چرخ بخار حرکت میکند

۱۱ - در معرفت چرخهای بخاری که در راه آهن مستعمل است

ما بین جمیع محال استعمال چرخ بخار بهترین آنها یا لکموتیو است که
محرک راه آهن میباشد و دیگری کشتی بخار

لکموتیو عبارت از آن چرخ بخاری است که در روی راه آهنها حرکت
میکند و بدنباله آن زنجیر بسته کالسکه معروف به واگن بسته اند و
اولین لکموتیو که ساخته شد و توانست از عهدهٔ خدمت خود
برآید در سنه ۱۸۲۹ در مملکت انگلیس بواسطهٔ استفنسن صاحب منصب شد
و تفصیل این فقره این است ما بین منچستر و لیورپول راه آهنی
بجهت مسافرین ساخته شد و از علمای جراثقال چرخ بخاری

خوا

خواستند که در روی آن راه بتواند حمل بار نماید و مابین جمیع
آنها آن کسانیکه این چرخ را ساختند چرخ استفنسن صاحب منصب که
معروف بود به موشک بر همه ترجیح داده شد

لکموتیو مرکب است از دیگ بخاری که بر روی عرابه قرار داده شده
و کوره آن در عقب است و شعله و دود در دیگ داخل میشود و در
واسطهٔ لولهای عدیده که آب در آنها است حرکت مینماید و از جهت
از دودکشیکه در جلو چرخ واقع است خارج میگردد و وسیله لولهای
دیگ اینست که سطح زیادی از آب مجاور حرارت گردد تا احداث
بخار لازم زیادتر گردد و در هر طرف دیگ استوانه واقع است
که پیستونی در آن حرکت مینماید و آن پیستون باعانت میلهٔ خود و یک
میله یک از نقاط عرابه وسطی متصل شده و آنرا متحرک مینماید
و بخار آب پس از آنکه احداث حرکت نمود از دودکش دیگ داخل کره
هوا میگردد و باعث سرعت عمل احتراق میشود

کالسکه که بعد از لکموتیو واقع است معروف است به تندر و در آن

کالسکهٔ ذخیرهٔ ذغال و آب موجود است و بواسطهٔ تلمبه که خود لکموتیو حرکت
میدهد آب لازم را داخل دیگ مینمایند

در نظر اول چنین مینماید که چون عرابهای لکموتیو بحرکت آیند باید در همان
موضع خود بگردند و در روی راه حرکت نکنند ولی بواسطهٔ کثرت وزن
لکموتیو چنان مابین عرابها و راه آهن اصطکاک حاصل میشود که حرکت
دورانی ممکن نیست و بنابراین تبدیل بحرکت مستقیم بخط میشود
و در روی آن راه میغلطد

لکموتیوی که محض حرکت اشخاص است ۷۰۰۰ من و لکموتیو مال التجاره ۱۴۰۰۰
من وزن دارد و بعضی لکموتیوها ساخته شده که تا ۱۶۰۰۰ من وزن دارد
قوهٔ لکموتیو معادل با وزن باریکه میکشد نیست بجهة اینکه قوهٔ جاذبی وارد
راه آهن ۳۳۳ من را حرکت میدهد پس میتوانهای مختصر لکموتیو
مسافر میتواند رشته کالسکه را بوزن ۵۰۰۰۰ من حرکت دهد
و ساعتی دوازده فرسخ چهار هزار ذرعی حرکت کند و لکموتیو مال التجاره
ساعتی ۷ فرسخ سیر کرده ۲۱۶۰۰۰ من بار را حرکت میدهد

۱۳ — کشتی بخار —

نوع اول کشتی پره دار — پاپن صاحب همینکه
بخار را در استوانه محض حرکت پیستون استعمال نمود و نفوذ بخار را
کشف نمود کشتی کوچک داد ساخته شد که باعث پرهای متحرک آنرا
حرکت میداد و نمود که بواسطهٔ حرارت چگونه میتوان همان کار را
کرد که قبل از آن بجهة آن کار پارو زنان متعدد لازم بود ولی کشتی
بانان چون دیدند که بواسطهٔ این اختراع بزرگ اغلب آنها بی شغل خواهند
ماند کشتی پاپن را شکستند و مخترع را مایوس نمودند در اول این مائه
فولتون صاحب پره های متحرک پاپن را اختیار نمود و مشهور شد باینکه
اسباب رواج کشتی بخار گردید و در سنه ۱۸۱۲ اول کشتی بخار در دریاهای
اروپا سیال شد و نام آن کشتی ذو ذنب بود و کنون ملاحی با بخار
یکی از قدرتهای بزرگ ملت است حرکت کشتی بدو نوع ممکن است
بدست آید یا بواسطهٔ چرخهای پره دار و دیگری بواسطهٔ مارپیچ و چرخ
بخار یکه در کشتی نصب نموده اند مارپیچ یا چرخ پره دار را حرکت میدهد

وچرخ پره دار قدیمتر از مارپیچ است و فولتون صاحب در
کشتیهائیکه ساخت چرخ پره دار را استعمال نمود و همیشه در
دو طرف کشتی دو چرخ بزرگ قرار داده شد که تقریباً در نصف
طول آن واقعند و پره های آن دو چرخ بترتیب متصل با آب بخورند
و نقطهٔ اتکائی حاصل میکنند و کشتی را جلو میبرند مطابق شکل

۱۳ــ **کشتی مارپیچ دار** ــ یکی از مهندسین سوئد
در سنه ۱۷۳۶ اول مرتبه مارپیچ را بجهة حرکت کشتی اختراع نمود مطابق

این شکل ۸۱ و آن مرکب است از ۳ یا ۴ پره منحنی شبیه پرهای
آسیای بادی ولی هر پره بشکل یکقطعه سطح مارپیچی است و این آلت
بالتمام در آب و در عقب کشتی در طول محوری حرکت میکند که متوازی است
با امتداد طول کشتی مطابق این شکل ۸۲ بواسطهٔ مارپیچ بودن آن

پرهها

پرههای این آلت در آب بعینه همانطور که پیچ سر بطری در چوب پنبهٔ
آن فرو میرود حرکت مینماید و بهمان ترتیب کشتی را جلو میبرد
موافق تعدادیکه در سنه ۱۸۶۳ نموده شد قوت جمیع چرخ بخارهائیکه در
مملکت فرانسه در کارند معادل با قوت ۳۳۶۳۵۸۱ اسب یا
معادل قوه ۲۹۷۵۶۹۰ مرد و تمام مردان قابل کار آن مملکت
اگر بالتمام کار میکردند باین قدر قوت از آنها صادر نمیشد

فصل هفتم در کائنات جو

۱ــ **سبب باد** ــ باد عبارت است از هوای متحرک

یعنی مقدار هوائیکه از موضعی بموضع دیگر میرود و سبب اصلی آن اینست
که سطح زمین بتابادی اخذ حرارت میکند هوا دیرتر است و بصعوبت
بواسطه اشعه بلاواسطه آفتاب گرم میشود و بالعکس مجاور سطح زمین که
بواسطه تابش آفتاب گرم شده باشد زود قبول حرارت مینماید و چون بواسطه
انبساط سبک گردید هوای گرم صاعد میشود و هوای سرد آفاق مجاوره
بسمت آن نقطه سیر میکنند و جای آن هوای گرم را پر مینمایند پس دو
جریان حاصل میشود یکی جریان اعلا که از آفاق گرم بآفاق سرد حرکت میکند
و دیگری جریان سفلی که از بلد سرد ببلد گرم میرود

۲ — **تجربه فرانکلن صاحب** — فرض میکنیم که اطاق
گرمی را با اطاق سردی بواسطه دری مربوط نمائیم و شمع روشنی را
در دم آن درگاه در بالا و گاه در پائین نگاه داریم در حالت اول شعله
شمع از اطاق گرم بسمت اطاق سرد مایل میشود و در حالت ثانی از اطاق
سرد بسمت اطاق گرم و این دو استداد مختلف شعله مینمایند دو جریان
را [illegible] یکی جریان هوای گرم که در فوق اطاق حرکت میکند و از اطاق
گرم

گرم باطاق سرد داخل میشود و دیگری جریان هوای سرد که در جزء
سفلای اطاق از اطاق سرد باطاق گرم ممتد میگردد
همین فقره در میان آفاق مجاوره که حرارت آنها مختلف است
ظاهر میشود و دو جریان حاصل میگردد

۳ — **نسیم ساحل و نسیم دریا** — بادهائیکه سبب آنها
اتفاقی باشد و بحسب زمان و مکان تغییر پذیرند بادهای غیر منظم گوئیم و
آنهائیکه بطور معین و بطور مشخص میوزند بادهای منظم نامیم و معروفترین
این نوع بادها نسیم ساحل و دریا هستند و بادهای معروف به
ثابته المهب در جمیع سواحل دریا بادی موجودات که از شدت نظام
معروف و مرتب وقت شبانه روز گاه از دریا بساحل و گاه از ساحل بدریا
میوزد و آنرا نسیم ساحل و دریا گویند صبح قریب بساعت [illegible]
قبل از ظهر باد از دریا بسمت ساحل شروع بوزیدن مینماید و قریب بساعت
ساعت بعد از ظهر منتهی درجه شدت و قوت میرسد و بعد رفته رفته
بطئی میشود و قریب بغروب آفتاب میایستد و گشته بادی از این بار

که نسیم دریا با نسیم بهره میبرند و با عانت آن بسواحل نزدیک میشوند
و داخل بنادر میگردند بعد از غروب هوا مجدداً متحرک میشود و بعکس
سابق یعنی از ساحل بدریا میوزد و در تمام مدت شب تا طلوع آفتاب
شدید میگردد و همین که آفتاب بالا آمد ضعیف میشود و تمام میگردد و
با عانت این باد که نسیم ساحل گویند کشتیهای بادی از بنادر بیرون میروند
سبب این جریان باد آنست که زمین سواحل و آب دریا قدرت متجدده و قدرت
تشعشع مختلف است سطح صاف شفاف دریا بصعوبت و بعکس زمین
پست و بلند تیره رنگ بسهولت هوا گرم و سرد میشود در مدت روز بواسطه
اشعه آفتاب زمین گرمتر از دریا میگردد و در مدت شب زودتر از آن
سرد میشود پس هوائیکه در سواحل دریا است از آنجائیکه حرارت
میکند در مدت روز در ساحل گرمتر خواهد بود و در مدت شب در
و بهمین واسطه هوای دریا بسمت زمین در مدت روز حرکت میکند و در
شب از زمین بسمت دریا

۴ ـ **ریاح ثابتة المهب** ـ آن بادهائیکه در تمام
مدت

مدت سال استعداد شان تغییر ناپذیر است و در نصف کره شمالی جهت آنها
شمال شرقی و در نصف کره مقابل جنوب شرقی است ریاح ثابتة المهب
نامند و اول کسیکه ملتفت این نوع باد شد کریستف کلمب بود و
همراهان او بواسطه نظم این باد که آنها را بسمت مجهول میراند بسیار در وحشت
افتاده بودند و گمان مراجعت بوطن خویش را نمیکردند و سبب این نوع باد حرکت
وضعی زمین و حرارت بسیار آفاق خط استوا است
هوای گرم خفیف خط استوا صاعد میشود و بطبقات علیای کره هوا میرود
و هوای سرد سنگین از شمال و جنوب میآیند و جای آنرا پر میکنند پس اگر
زمین ساکن میبود نتیجه آفاق استوائیه همیشه در نصف کره شمالی بادی
از شمال بجنوب میوزید و در نصف کره جنوبی بادی از جنوب بشمال
ولی بواسطه حرکت وضعی زمین استعداد این بادهای متصل تغییری بروز
در حقیقت هوای سردیکه بسمت خط استوا حرکت میکند صاحب سرعت
دورانی خواهد بود که همان سرعت کره هوا و کره زمین است و این سرعت
در همه جا یکی نیست چه دوایریکه در حول محور رسم میشوند در همه جا متساوی

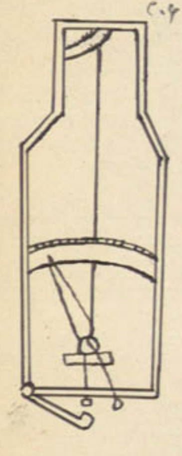
نیستند بلکه در خط استوا آن هوا را برز کنند و هرچه بقطبین نزدیک
میشویم رفته رفته کوچک میشوند و در نقطهٔ قطب بصفر میرسند پس
هوای آفاق سرد که صاحب سرعت کمتر از نقطهٔ حرکت ایستند و بسمت
خط استوا سیر وند سرعتشان کافی نیست که با کرهٔ هوا در حرکت وضعی همراهی
نمایند پس نسبت بزمین که از مغرب بسمت مشرق حرکت میکند عقب
میمانند و چنین مینماید که هوا در حول زمین صاحب حرکتی باشد از
مشرق بسمت مغرب پس از حرکت شرقی و غربی هوا در نصف کرهٔ ما
با جهة شمالی و جنوبی حرکت هوا ترکیب میشود و بادهای احداث میشود که جهة آن
شمال شرقیست و در نصف کرهٔ جنوبی حرکت از جنوب بشمال با حرکت شرقیه
و غربی ترکیب میشود و بادهای احداث میکرد که جهة آن جنوب شرقیست
و علاوه براین کورانهای سفلی که بواسطه حرکت هوای سرد شمال و جنوب
بسمت خط استوا حاصل میشود در طبقات علیای کرهٔ هوا بادهائی موجود است
بعکس اینها حاصل میشوند بواسطه صعود هوای گرم خط استوا و بادهای
اول را ثابتهٔ المهب سفلی و بادهای ثانی را ثابتهٔ المهب علیا نامند

۵ — **بخار آب کرهٔ هوا** — در حرارت متوسط هر
منبع آبیکه مجاور هوا باشد از هر فرسخ مربع آن در ۲۴ ساعت قریب ۱۴
سیر آب تبخیر میشود پس از هر فرسخ مربع دریا در شبانه روز
۱۲۹۷۹۲ خروار آب بخار میگردد و چون وسعت سطح آب کرهٔ
زمین تقریباً سه ربع تمام سطح آنست پس در هر روز بواسطهٔ
تبخیر بخار ۳۲۵۰ هشتصد کرور خروار آب بخار میشود و بر این مقدار
بخار باید افزود آن بخاراتیرا که از اراضی مرطوبه و دریاچه‌ها و رودخانه‌ها
و مردابها و تنفس حیوانات و نباتات احداث میشوند هر درخت متوسطی
در شبانه روز قریب سه من بخار آب حاصل میکند و از سطح بدن انسان
در هر روز ۱۳ سیر آب بخار میشود و چون بدقت اینمقدار بخار آبرا
تصور نمائیم متحیر میمانیم از اینکه اینهمه بخار چگونه در کرهٔ هوا علی الاتصال
داخل میشود ولی باید دانست که در عوض این بخارات بشکل باران و برف
یا تگرگ در نقاط مختلفه زمین نازل میگردند

۶ — **قاعدهٔ تعیین رطوبت کرهٔ هوا** —

بوسایط عدیده میتوان وجود رطوبترا در کرهٔ هوا ثابت نمود
چنانچه اگر بمدت تابستان ظرفیرا که ممتلی از آب سرد باشد در هوا
بگذاریم پس از چندی سطح خارج ظرف از قطرات چند پوشیده میشود
که ظهور آنها بواسطهٔ تقطیر بخار آبیست که در هوا موجود بوده و بنحو بهتر
میتوان نمود اگر در ظرف کاسه‌ای آب سرد مخلوط ببرودت بر نمائیم و اگر کاسه
محتوی مایع فراری باشد و بادها بر سطح آن مایع بدمیم تا زود بخار شود
می بینیم که سطح خارج کاسه بقشر یخ پوشیده میشود و ظهور این یخ
بواسطهٔ انجماد آبیست که از تقطیر بخار آب هوا حاصل شده و بسیاری از
مواد که جاذب رطوبه اند بخار آب هوا را جذب میکنند چنانچه جوهر کوکرد
خالص همینکه چندی در هوا گردید بواسطهٔ جذب رطوبت هوا بر حجمش افزوده
و از قوت ترشی کاسته میشود و آهک تازه بواسطهٔ جذب رطوبت هوا شکفته
میشود و پتاس کستیک میعان پیدا میکند

۷ — **میزان الرطوبهٔ سوسور صاحب** — بعض اجسام
آلیه از قبیل پوست و زه و غیره در هوای خشک کوتاه و در هوای مرطوب
بلند



بلند میشوند و از این حیثیت مو برتر از همهٔ آنها است و سوسور صاحب از
روی این خاصیت آلتی وضع نموده که باعانت آن میتوان درجهٔ رطوبت
هوا را معین نمود و آن آلت را میزان الرطوبه نامیم طرف فوقانی موئی
بقدر ۳ گره و نیم در انبر ا نصب شده مطابق این شکل ۳۸۲ در
محور چارچوبه از فلز ممتد گردیده و طرف تحتانی آن بر گلوی قرقرهٔ
مضاعف د پیچیده است و منتهای آن بنقطهٔ وصل شده و در گرد آن
تا نهٔ قرقره مذکور خیط ابریشم ف متصل شده و بر طرف آزاد
بقدر یک نخود معلق است و عقربه بمحور قرقره متصل و نوک آن در روی
تقسیمات قوس دایره در دو جهت حرکت میتواند نمود و چون مو بواسطهٔ جذب
رطوبه طویل گردد عقربه در جهتی و چون بواسطهٔ خشکی هوا قصیر گردد عقربه
در جهت دیگر حرکت خواهد نمود حال بجهة تقسیمات میزان الرطوبه تعیین
دو نقطهٔ ثابت لازم است یکی از آن دو نقطهٔ رطوبت شباع هوا است و دیگری
یبوست مطلق بجهة تعیین نقطهٔ اول آنرا در زیر سرپوشی معلق میکنیم که
اطراف و داخل آنرا با آب تر نموده باشیم و سرپوش را در روی ظرفی مشتمل بر آب

قرار رسیده‌ایم رفته رفته بواسطهٔ تبخیر سطحی آبهای جوف سرپوش
دارای رطوبت میشود و عقربه بواسطهٔ وزنهٔ د میل میکند که بیاید از
طرف قوس آلت رسد و همینکه هوا از جذب رطوبت سیر شد عقربه
در نقطهٔ ثابت میماند و آنوقت گویند هوا بکمال اشباع رسیده است پس در روی
قوس آلت نقطهٔ اشباع هوا را نشان میکنیم و برابر آن عدد صد را
مینویسیم پس از آن آلت را در تحت سرپوشی قرار میدهیم که در روی
پر از آهک زنده قرار دارد پس آنچه رطوبت در هوا موجود است
بواسطهٔ آهک جذب و عقربه بمیزان کم رطوبت بنای حرکت را میگذارد و
بسمت انتهای دیگر قوس حرکت میکند و هر وقت عقربه سکون
اختیار نمود و در محل ثابت ایستاد نقطه که بدست میآید نقطهٔ یبوست
مطلق است و در آن نقطه عدد صفر را مینویسیم و آنوقت فاصلهٔ
مابین صفر و ۱۰۰ را بصد جزء قسمت میکنیم تا درجات میزان الرطوبه
بدست آید و باید دانست که در مواقع رسمیه عقربهٔ آلت نه هیچ وقت بصفر
و نه هیچ وقت بصد میرسد اگرچه هوا کمال خشکی را ظاهر داشته باشد

و یا بواسطهٔ باران شدیدی جذب رطوبت نموده باشد و بطور توسط یعنی
در حالت نیم اشباع هوا عقربهٔ آلت [illegible] درجه مینماید

۸ – مِهْ – بخار آب در حالت طبیعی غیر مرئی است ولی اگر
بواسطهٔ تنزل درجهٔ حرارت انقباض حاصل کند بنظر مانند دخان
مرئی است و آنوقت آنرا مه گویند بخار آبیکه در مدت تابستان
بواسطهٔ تنفس ما حاصل میشود غیر مرئی است ولی در فصل زمستان بواسطهٔ
برودت هوای خارج بخار آب منقبض میشود و مرئی میگردد

در سطح زمینهای مرطوب و از سطح آبها علی الاتصال بخار آب متصاعد
میشود پس اگر طبقات سفلای کرهٔ هوا که حاوی بخار آب اند بقدر کفایت
سرد باشند بخار آب در آن طبقات منقبض و احداث مه میگردد و غالب در
صبحهای بهار و پائیز در دره هائیکه مرداب یا مجاری آب بسیار در آنها
جاریست یکنوع مهی مشاهده میشود چراکه بخار آب منقبض گردیده است
ولی همینکه بواسطهٔ بالا آمدن آفتاب احداث حرارت شد مجدداً ذرات
منقبضه بحالت اصلی خود معاودت نموده غیر مرئی میشوند و مه تمام میشود

۹ — ابر — اگر طبقات سفلی کرهٔ هوا گرم باشند بخار متصاعد و بسمت طبقات علیا بالا روند و بمقدار هوای گرم که دارای بخار آب زیادی است همینکه بالا رفت بواسطهٔ نقصان حرارت رفته رفته سرد میشود و وقتی میرسد که ذرات بخار آب منقبض میشوند و یک نوع مهی احداث میکنند که ابر گویند پس ابر و مه یکچیز اند و فرق آنها در اینست که ابر در نقاط عالی هوا و مه در نزدیکی زمین احداث میگردد جمیع ابرها مرکب از ذرات مایعی که اجتماع آنها را مه نامیده ایم نیستند و در ارتفاعات کثیره برودت بشدتی است که بخار آب مبدل بیخ میشود و بواسطهٔ صعودهائیکه با ایرستات کرده اند دیده شده است که در وسط تابستان با ارتفاع ۶۰۰۰ هزار ذرع ابرها مرکب اند از سیلهای بسیار نازک یخ و چنین ابرها را سیروس نامند و چون از زمین چنین ابرها را مشاهده کنیم مانند گلولهٔ پنبه بنظر میآیند یا جسمی مرکب از تارهای بسیار دقیق که در متن آبی تیره آسمان چشم را متألم مینماید و از جمیع ابرها ارتفاع سیروس بیشتر است و اغلب تا [illegible] هزار ذرع بلکه بیشتر بالا میروند و وقتیکه

بمرد لس

سیروس بشکل قطعات کثیره گرد تمام آسمان را بپوشانند دلیل است غالب بر تغییر هوا آن ابرهای گرد سفید گرد را که مانند کوه پنبه در نزدیک افق و در حرارت تابستان دیده میشوند کومولوس نامند و غالب دلیل اند بر باران شدید با رعد و برق و آن ابرهائیرا که در وقت غروب آفتاب در نزدیک افق بشکل نوارهائی می‌بینیم یعنی مربع مستطیلهای طویل از آنها صورت بسته استراتوس نامند و این ابرها هستند که بیشتر در فصل پائیز همینکه آفتاب غروب میکند بالوان مختلفه در رنگ فلزات ذوب شده و شعله بنظر میآیند استراتوس قرمز عصر مقدمهٔ هوای خوب است و استراتوس صبح دلیل باران و بالاخره آن ابرهای خاکستری رنگ بسیار را که اغلب با یکدیگر مخلوط میشوند و سطح هوا را میپوشانند نیمبوس نامند و این ابرها اغلب مستحیل بباران میگردند

۱۰ — باران متعارفی و باران بی ابر —

وقتیکه در یکی از طبقات کرهٔ هوا بخار آب بواسطهٔ برودت مستحیل بمایع شد بشکل قطرات باران میباشد و این قطرات در ابتدا بسیار صغیر اند



و گاه در این راه بواسطه تقطیر بخار آبیکه در آنها میشود حجم آن قطره بزرگ میگردد و یا آنکه با قطره دیگر تلاقی نموده مجتمع میشوند و بطور کلی

باران چون ببار رسید خیلی بزرگتر از آن قطره ایست که در ابتداء

احداث شد و هر چه مسافتیکه قطره حاصله پیموده است بزرگتر باشد خود

قطره بزرگتر خواهد بود در دره های عمیق مرطوب در فصل تابستان

اغلب قدری بعد از غروب آفتاب بدون اینکه ابری باشد باران بسیار

ریزه میبارد که معروفست بباران بی ابر و سبب این باران انقباضی است

که بواسطه غروب شمس در هوای مرطوب آن دره بظهور میرسد و اگر اینهمین

ذرات باران از ارتفاع کثیری ساقط میشدند و بما میرسیدند

قطرهای بزرگ باران میشدند

۱۱ — **برف** — برف نیز مانند باران از بخارات کره

هوا حاصل میشود وقتیکه برودت زیاد باشد بخار آب منجمد میشود و بشکل

کریستالهای منظم فرود میآید و اگر هوا آرام نباشد و باد بوزد کریستالها

قدری از انتظام شکل خارج میشوند و تمام این کریستالهای

مختلف

مختلف الشکل را تشکیل میکنند از مسدس حاصل میشوند و در این شکل ۸۴

اصول اشکال آن کریستالها را بزرگ نموده ایم

۱۲ — **ورگلا** — هر گاه در وقتیکه باران بسیار ریزه

میبارد سطح زمین حرارتش از صفر میزان الحراره کمتر باشد باران

منجمد و سطح زمین و اجسام را از یک قشر یخ میپوشانند و آنرا ورگلا

گویند و حتی شاخهای درختان و شعب بسیار دقیقه آنها از قشر

شفاف بیرنگ شیشه پوشیده میشوند و صورت

درختان مانند جار بسیار بزرگ از بلور بنظر میآید

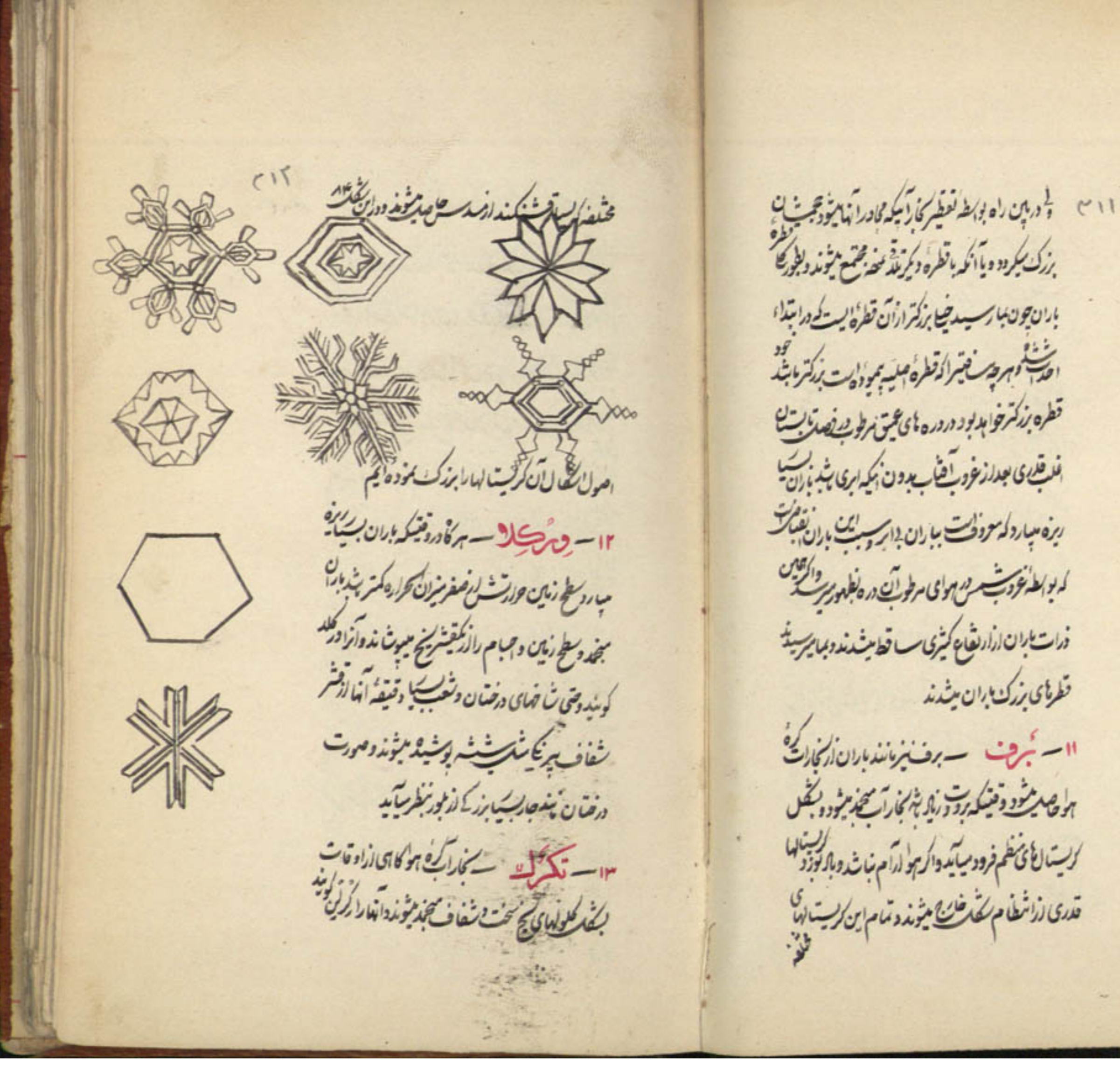
۱۳ — **تگرگ** — بخار آب کره هوا گاهی از اوقات

بشکل گلولهای یخ سخت و شفاف منجمد میشوند آنها را تگرگ گویند

و در این راه بواسطه تقطیر بخار آبیکه مجاور آنها میشود حجم آن
بزرگ میگردد و یا آنکه با قطره دیگر تلاقی نموده مجتمع میشوند و بطوریکه قطره
باران چون بزمین میرسد خیلی بزرگتر از آن قطره ایست که در ابتداء
احداث شده و هرچه مسافتیرا که قطره طی نموده است بزرگتر باشد خود
قطره بزرگتر خواهد بود در دره های عمیق مرطوب در فصل تابستان
اغلب قدری بعد از غروب آفتاب بدون اینکه ابری باشد باران بسیار
ریزه میبارد که معروفست بباران بدون ابر و سبب این باران انقباض است
که بواسطه غروب شمس در هوای مرطوب آن دره بظهور میرسد و اگر این
ذرات باران از ارتفاع کثیری ساقط میشدند و بما میرسیدند
قطرهای بزرگ باران میشدند

۱۱ — **برف** — برف نیز مانند باران از بخارات کره
هوا حاصل میشود وقتیکه برودت زیاد باشد بخار آب منجمد میشود و بشکل
کریستالهای منظم فرود میآید و اگر هوا آرام نباشد و باد بوزد کریستالها
قدری از انتظام شکل خارج میشوند و تمام این کریستالهای
مختلف

مختلف الشکلست قریب ششصد از آنها مشاهده میشوند و در این شکل ۱۴



اصول اشکال آن کریستالها را بزرگ نموده ایم

۱۲ — **ورگلا** — هرگاه در وقتیکه باران بسیار ریزه
میبارد در سطح زمین حرارت کمتر از صفر میزان الحراره باشد باران
منجمد و سطح زمین و اجسام را از یک قشر یخ میپوشانند و آنرا ورگلا
گویند و حتی شاخهای درختان و شعبهای دقیقه آنها از قشر
شفاف بیرنگ شیشه پوشیده میشوند و صورت
درختان مانند چراغ بسیار بزرگی از بلور بنظر میآید

۱۳ — **تگرگ** — بخار آب کره هوا گاهی از اوقات
بشکل گلوله های یخ سخت و شفاف منجمد میشوند آنها را تگرگ گویند

یخ تگرگ چه و بطوریکه تگرگها از یخ خود ند تا یک فندق و بعضی اوقات
که الحمد لله نادر است بزرگ که آنها بقدر یک تخم قاز میشود و از تگرگ
کوچک و غلب تگرگ با باران با رعد و برق همراه و باران آن مقدم است
ولی هرگز بعد از چنین بارانی نمیبارد و ابرهای تگرگ بار وسعت و
ثخن بسیار عظیمی دارند و سطح آسمان را تیره میکنند و سقوط تگرگ
همیشه با رعد همراه است و قبل از باریدن آن صدای مخصوصی بگوش
میرسد و آن صدا حاصل میشود از اینکه بواسطه باد دانههای تگرگ بیکدیگر
میخورند و این صدا گاهی آنقدر قوی است که میتوان آن را تشبیه کرد بصدای
سم اسبهای یکفوج سواره که در روی زمین سنگ فرشی بتازند

۱۴ — **شبنم** — سطح زمین و جاهائیکه در آن واقعند
بواسطه تشعشع حرارت خویش در مدت شب سرد میشوند و مقدار برودت
بجهة اجسام مختلف است و هر چه قوه متشعشعه آنها بیشتر باشد
زودتر سرد میشوند و چنانچه سابق مذکور شد ظروفیکه حاوی
مخلوطات برودت باشند بخار آب مجاور خویش را متقطر میکنند همانطور
اجسام

جاهائیکه بواسطه تشعشع حرارت سرد شده اند بخار آب هوای مجاور را
متقطر مینماید و بر سطح اجسام دانههای مایعی بظهور میرسد که معروفند
بشبنم پس شبنم شب باران نمیبارد و حاصل نمیشود مگر بواسطه بخار
آبیکه در هوائیکه مجاور اجسام است و هر قدر قوه متشعشعه جسم زیادتر
باشد برودت قویتر و مقدار شبنم بیشتر است و از آن بابت است که بر اجسام
کدر و خشن و تیره رنگ مانند خاک و پوست درختان و برگ آنها بهتر
و بیشتر شبنم می نشیند و در هوای ابری شبنم قلیل و غلب هیچ است
چرا که ابر اتلاف حرارت متشعشعه را مانع میشود و برودت احداث نمیگردد
و در حقیقت ابر بهر زمین را محافظت میکند که حرارت اجسام ارضیه
تلف نشوند و همینکه جسمی بقدر کفایت سرد نیست بخار آب هوا
مجاورت آن متقطر نمیشود تا کلیتا در وقتیکه هوا صاف نباشد تشعشع حرارت
کاملا و شبنم بسیار میشود و باید دانست که چون موضعی از بوشش
پوشیده شده باشد همان اثر ابر حاصل میشود چنانچه مشاهده در زیر درختان
بزرگ شبنم نیست حال آنکه در اطراف آن شبنم فراوان است

۱۵ — ژالهٔ سفید یا شبنم منجمد

اگر برودت شب قابل این باشد که آبرا منجمد کند لهذا شبنم منجمد
میشود و بشکل میلهای کلی یخ متبلور میگردد و همچنین در شبهای
سرد و صاف در داخل شیشهٔ درهای اطاق بخار آب بشکل
برگ برگ و نباتات بست منجمد میشود و سبب اینفقره
اینست که شیشه از خارج سرد شده و بخار آب هوای
جوف اطاق بمجاورت آن یخ بسته

مقالهٔ ششم در بیان الکتریسته

فصل اول الکتریسته حاصله بتوسط مالش

۱ — اجسامیکه بلاواسطه اخذ الکتریسته میکنند

وقتیکه بعضی اجسام از قبیل شیشه از بلور یا سقز یا لاک یا گوگرد را
بماهوت یا بشی خشک بقوت بمالیم این اجسام صاحب خاصیت جاذبه
میشوند که دائمی نیست و آن اجسام پر کاه و خورده کاغذ و رشتهای پر
وسایر اجسام صغیره را جذب میکنند قدما اینخاصیت را در یکنوع
کهٔ صمغی که معروف بکهربا میباشد دیده بودند و چون بزبان یونانی
کهربا را الکترن گویند بآن واسطه قوه را که سبب جذب اجسام مذکوره
در فوق میشود الکتریسته نام نهادند و باین جمیع تجارب اصلیه مختصر که
میتوان با [illegible] الات مخزن الجواهر در باب الکتریسته کرد از هم
غریب‌تر تجربه ذیل است مخصوصاً در فصل تابستان و کلیةً در
هواهای خشک اگر یک دو بار یکه کاغذ سیگار را گرم کنیم و بزانو
بمالیم مکهرب میشود که بعد از مالش جذب اجسام خفیفه میکنند و اگر آنرا

در بالای سر شخصی بفاصلهٔ قلیلی نگاه داریم موهای سر آن شخص را
جذب میکنند و آنها را راست نگاه میدارد و اگر آن کاغذ را در تاریک
بصورت بریم حس مخصوصی حاصل میشود نظیر حسیکه از مجاورت
تار عنکبوت حاصل میگردد و بمحض نزدیک بردن انگشت کاغذ
فی الفور با روشنائی فسفر آسائی روشن میشود و بخوبی در ظلمت هویدا است
و ما بین انگشت و کاغذ با صدای مخصوصی برق میزند

٢ — اجسام هادیه و اجسام عایقه —

بعضی اجسام الکتریسته را بصعوبت هدایت میکنند یعنی مانع
انتشار آن قوه میگردند و این قوه در همان نقاطیکه مالش یافته اند میماند
بعضی اجسام دیگر بسهولت زیاد الکتریسته را منتشر میکنند بطوریکه
ممکن نیست قوه را در آن اجسام نگاه داریم هر وقت که آن اجسام بزمین
مرتبط شده باشند و اگرچه بواسطه مالش در این اجسام الکتریسته
حاصل میشود ولی این قوه همینکه بوجود آمد فی الفور در تمام وسعت آنها منتشر
و از آنجا در دست و بدن شخص داخل و بالاخره در زمین وارد میشود و ناپدید
میگردد

میگردد اجسام طبقهٔ اولرا عایق الکتریسته گویند و اصول آنها
شیشه و صمغ و گوگرد و کهربا و لاک و ابریشم و هوای
خشک و کاغذات اجسام طبقهٔ دویم را هادی الکتریسته نامند
و اصول آنها فلزات و ذغال و آب و نباتات و حیوانات و زمین
و هوای مرطوب جمیع اجسام عایقه بلاواسطه الکتریزه میشوند
چراکه این قوه همینکه در یکی از نقاط آنها بروز نمود تا مدتی قبل از آنکه
بزمین داخل شود و تلف گردد در آن نقاط میماند و اجسام طبقهٔ
ثانی نمیتوانند الکتریزه شوند مگر بعض احتیاطات لازمه را بجا آوریم چرا
که چون این قوه از اصطکاک بظهور رسید بواسطه بدن شخص در زمین
داخل میشود و معدوم میگردد پس اگر بخواهیم جسم هادی را الکتریزه
نمائیم لازم است که آن جسم را ایزوله کنیم یعنی مابین او و زمین جسم عایقی
قرار دهیم که مانع اتلاف الکتریسته گردد مثل شیشه
یا لاک یا ابریشم و غیرها

٣ — اجسام ایزوله و الکتریزه نمودن جسمهای هادی —

چون جسم عایقی را محض عقود و فوق ستون ها نمائیم آنرا جسم ایزولان
نامند و تجربهٔ ذیل صحت این مطلب را اثبات مینماید
سیم مسی ا را مطابق این شکل ۸۵ اگر بلاواسطه در دست
بگیریم بهیچوجه آثار الکتریسته در آن بروز نخواهد نمود و الکتریسیتهٔ
حادثه از آن فلز با دست داخل در دست و بس از آن در بدن و بالاخره
در زمین فرو میرود و اگر آنمیله را ایزوله کنیم یعنی دستهٔ بلوری ب
محض نگاهداشتن آن ترصد نمائیم لوله فلزی در کمال خوبی الکتریزه
میشود و جذب اجسام خفیفه را میکند همانطور که شیشه و تفر و سایر
اجسام عایقه بدون لزوم این احتیاط جذب مینمودند و مادهٔ ایزولان
یعنی دستهٔ بلوری مانع این میشود که الکتریسیتهٔ حاصله بواسطهٔ
مالش بیرون رود و بنحوه در خود فلز مانده بروز آثار الکتریک
مشاهده میشود و تجربه ذیل بهتر دلیل را واضح میکند و آن اینست
که اگر شخصی بر روی صندلی که پایه های آن شیشه هستند بایستد بواسطهٔ
آن پایه ها ایزوله میشود و اگر شخص دیگری با پوست گربه بدن او را بمالد
الکتریسیته

الکتریسیته حادث و در شخص میماند و ممکن است از آن شخص برق گرفت
پس بدن انسان مشروط بر آنکه ایزوله باشد میتواند که بواسطهٔ مالش
الکتریزه شود ولی باید بجهة اینکه تجربه بهتر گردد رطوبت زیاد در هوا موجود
نباشد چرا که هوای مرطوب هادی الکتریسیته است و بنابراین هرچه
بنحوه تدریج حاصل شود تلف میگردد

۴ — **دو نوع الکتریسیته** — از اجتماع جمیع تجربیاتیکه
کرده شده است لابد شده ایم بقبول دو نوع الکتریسیته یکی شبیه
بآنچه که در شیشه بواسطهٔ مالش حاصل میشد و بانواسطه آنرا
الکتریسیته زجاجی گویند دیگری شبیه بآنچه که بواسطهٔ مالش
در تفر بروز میکند و بهمین دلیل آنرا تفری گویند و این دو نوع
الکتریسیته را بنام دیگر نیز میخوانند چنانچه اولی را مثبت و دیگری را منفی گویند

قاعدهٔ اول — الکتریسیته های هم اسم یکدیگر را دفع میکنند
و مختلف الاسم یکدیگر را جذب مینمایند

اینفقره را بواسطهٔ تجربهٔ ذیل میتوان محقق نمود بپایهٔ فلزی خیطی از



ابریشم آویخته و بآن خیط گلولهٔ از مغز آقطی معلق است و این تیر آهنچه
در این شکل ۸۶ دیده میشود پاندول الکتریک گویند پس میلهٔ بلور را

در ردی ماهوت مالش میدهیم و همین که الکتریزه شد آنرا نزدیک
گلولهٔ آقطی میبریم فی الفور گلوله مجذوب و از وضع قائم خود خارج
گردیده بسمت میلهٔ بلور میرود و با آن مجاور میگردد شکل ۸۷ ولی
همینکه مجاورت حاصل شد فی الفور جدا میشود و از میلهٔ بلور دور
میگردد شکل ۸۸ و جذب اول تبدیل بدفع میگردد بجهة اینکه بمحض
مجاورت میله بلور بگلولهٔ آقطی مقداری از الکتریسیتهٔ خود را داده

پس از آنکه گلوله صاحب همان نوع الکتریسیته شد دفع میشود و الی
اگر مجاور همان گلوله که شیشه دفع نموده لولهٔ سقز را که مالش داده
باشیم ببریم بمحض نزدیکی گلوله جذب و میله و گلوله مجاور میشوند
و سبب این جذب این بود که الکتریسیتهٔ آنها مختلف الاسم است

۵ — در بیان اینکه دو نوع الکتریسیته با هم برفع و ظهور میکنند

همیشه دو نوع الکتریسیته با هم بروز میکنند چنانکه ما مالش داده‌ایم
جذب یکی از آن دو نوع الکتریسیته را نمود چنانکه با آن مالش داده شده است
جذب نوع دیگر را میکند و بجهة تحقیق این فقره آلتی وضع نموده‌اند
که مرکب است از صفحهٔ شیشه ۱ مطابق این شکل ۸۹ که از ابر صفحهٔ
چوبی که از ماهوت پوشیده شده تهیه نموده‌اند و در صفحهٔ مذکور

صاحب شیشهٔ بلوری هستند بعد از چند مالش آن دو صفحه را خوب
نزدیک پاندول الکتریک میبریم که پیش از وقت الکتریسیتهٔ زجاجی
بآن پاندول داده باشیم یعنی با شیشهٔ بلوری که بماهوت مالش
داده شده باشد آنرا الکتریزه نموده باشیم صفحهٔ شیشه پاندول را
دفع میکند پس معلوم میشود که دارای الکتریسیتهٔ زجاجی است
و صفحهٔ ماهوت آنرا جذب مینماید و بنابراین صاحب الکتریسیتهٔ صمغی است
اگر شخصی در روی صندلی ایزولان یعنی پایهٔ بلوری قرار گرفته باشد
و پوست گربه با او بزنیم الکتریزه میشود و الکتریسیتهٔ آن زجاجی است
بنابراین باید الکتریسیتهٔ صمغی در آن شخص بروز نموده باشد که آن
پوست گربه را زده است و چون او در زمین مربوط نبود الکتریسیته
مخالف فی الفور معدوم شد ولی اگر هر دو در روی صندلی ایزولان
قرار گرفته باشند و یکی از آنها با پوست گربه بدیگری بزند هر دو الکتریسیته
در هر دو بروز میکند شخصی که پوست با او خورده دارای الکتریسیتهٔ
زجاجی و شخصیکه با آن پوست زده صاحب الکتریسیته صمغی است

اگر

اگر هوا خشک باشد و پوست گربه هم نم نداشته باشد و علاوه بر آن
صندلیها را خوب ایزولان کرده باشند بقدر الکتریسیتهٔ حاصله در آن دو
شخص کافیست بجهت اینکه بکدیگر از نکشت برق بزند

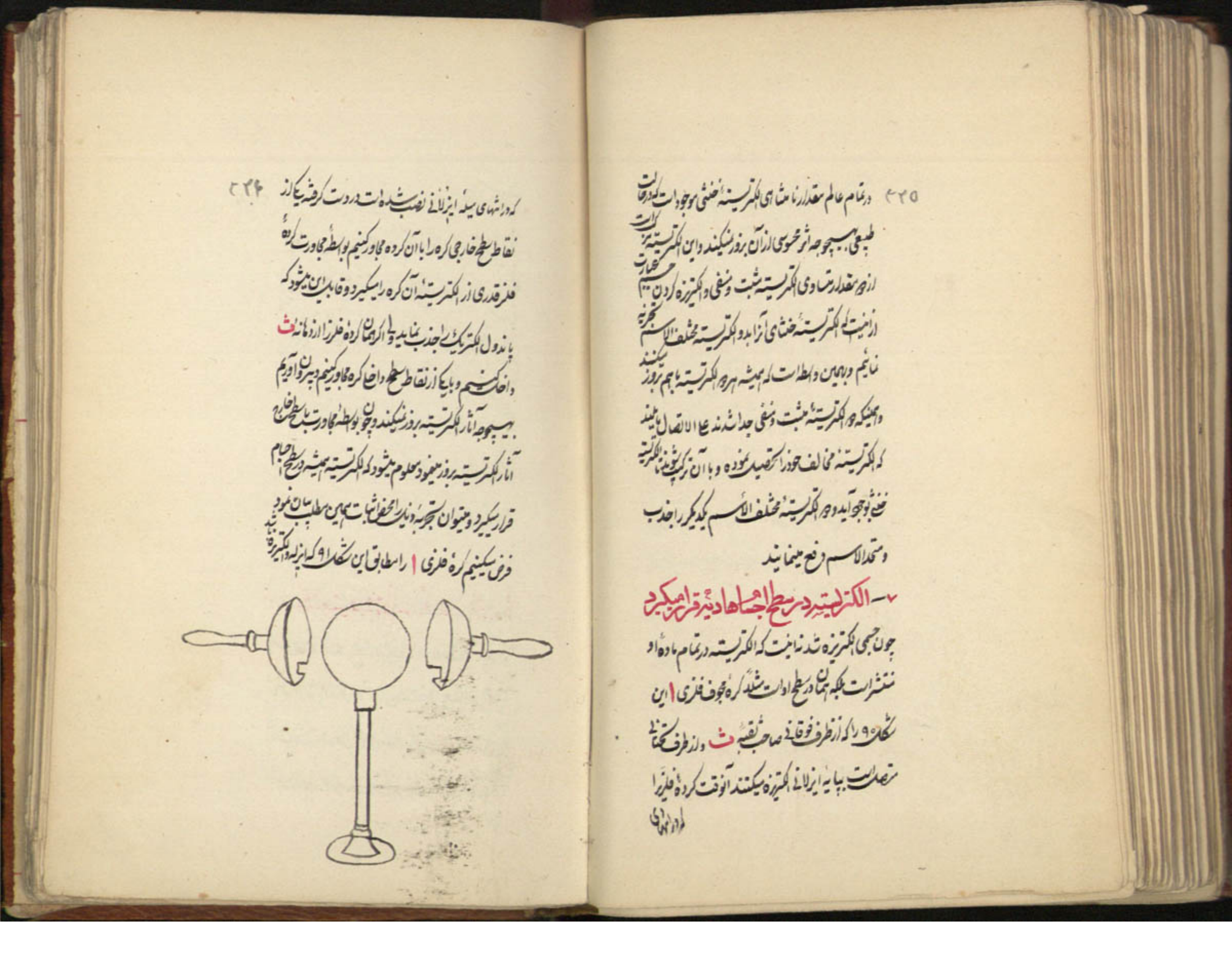
ء - **الکتریسیتهٔ خنثی** — جمیع اجسام بمقدار
بینهایت شامل یک نوع الکتریسیته هستند که اثر خارجی ندارد و در
حقیقت مخفی است این نوع الکتریسیته را خنثی گویند و بواسطهٔ
مالش و وسائط دیگر همان الکتریسیته خنثی تجزیه بالکتریسیته زجاجی
و صمغی یا مثبت و منفی میشود و چون این تجزیه واقع شد خواص
الکتریکی ظاهر میگردانند و هر قدر الکتریسیتهٔ خنثی مخفی تر باشد
الکتریسیته که از تجزیهٔ آن حاصل میشود قوی تر اند و این دو الکتریسیته
یکدیگر را جذب میکنند و مایلند که بیکدیگر برسند و با هم ترکیب شده
الکتریسیته خنثی تولید نمایند و همینکه ترکیب شدند و الکتریسیته خنثی
حاصل شد فی الفور آثار خارجی معدوم میگردند
قاعدهٔ الکتریسیته مبنی بر چند مطلب است و آنها عبارت از اینند که

در تمام عالم مقدار نامتناهی الکتریسته خنثی موجودات که در حالت
طبیعی هیچ‌وجه اثر محسوسی از آن بروز نمیکنند و این الکتریسته مرکب است
از دو مقدار متساوی الکتریسته مثبت و منفی و الکتریزه کردن جسم عبارت
ازینست که الکتریسته خنثای آن بدو الکتریسته مختلف الاسم تجزیه
نمائیم و به همین واسطه است که همیشه هر دو الکتریسته با هم بروز میکنند
و همینکه دو الکتریسته مثبت و منفی جدا شدند علی الاتصال مایلند
که الکتریسته مخالف خود را تحصیل نموده و با آن ترکیب شوند تا الکتریسته
خنثی بوجود آید و دو الکتریسته مختلف الاسم یکدیگر را جذب
و متحد الاسم دفع مینمایند

۷— الکتریسته در سطح اجسام هادی قرار میگیرد

چون جسمی الکتریزه شد نباید تصور کرد که الکتریسته در تمام ماده او
منتشر است بلکه تماماً در سطح او است. مثلاً کره مجوف فلزی ا این
شکل ۹۰ را که از طرف فوقانی صاحب ثقبه ث و از طرف تحتانی
متصل است به پایه ایزلان الکتریزه میکنند آنوقت کره فلزی را
لوله ...

که دو انتهای پایه ایزلانی نصب شده است در دست گرفته یکی از
نقاط سطح خارجی کره را با آن کره مجاور کنیم بواسطه مجاورت کره
فلز قدری از الکتریسته آن کره را میگیرد و قابل این میشود که
پاندول الکتریک را جذب نماید ولی اگر همان کره فلز را از دهانه ث
داخل کنیم و با یکی از نقاط سطح داخل کره مجاور کنیم و بیرون آوریم
هیچ‌وجه آثار الکتریسته بروز نمیکند و چون بواسطه مجاورت با سطح خارج
آثار الکتریسته بروز مینمود معلوم میشود که الکتریسته همیشه در سطح اجسام
قرار میگیرد و میتوان بتجربه دیگر این مطلب را اثبات نمود
فرض میکنیم کره فلزی ا را مطابق این شکل ۹۱ که بایزلیه الکتریزه شده باشد



و دو نصف کره فلزی **ب** و **ت** را باعانت چوب دستهٔ شیشه
ث و **پ** در روی آن کره بیکدیگر تصدیق نمائیم در ابتدا این نیم
کره ها بکمالت خفیفی جدا شوند در پاندول هیچ اثری ندارند و حال آنکه
پس از تصدیق کردن دو نیمکره بر روی کرهٔ الکتریزه و برداشتن آنها مشهود
میشود که پاندول را جذب میکنند و آن کرهٔ دیگر الکتریزه نیست پس معلوم
میشود که الکتریسته در سطح خارجی اجسام مادیه منتشر است که در سطح آن
بواسطهٔ هوا که عایق الکتریسیته است نگاه داشته شده است و اگر این
مانع نبود الکتریسته بنهایت منتشر میگردید بواسطهٔ عمل دفعی که در
ذرات آنها موجود است

۸ — در تقسیم الکتریسته در سطح اجسام —

وقتیکه نقاط مختلف سطح جسم الکتریزه را باعانت کره امتحان تجربه
نمائیم معلوم میشود که اگر جسم مفروض کروی باشد جمیع نقاط سطح آن
یک اندازه صاحب الکتریسته اند و اگر جسمی بیضی شکل باشد آن
نقطه که مقدار الکتریسته در آن کمتر است نقاطی هستند که فرو رفته اند

و مقدار

و مقدار الکتریسته در دو طرف بیضی یعنی برآمده ترین نقاط
بیشتر از همه جا است و اگر در انتهای جسم برآمدگیشان مختلف باشد
آنکه حاده تر است مقدار قوتش بیشتر است در جسم مکعب شکل
مقدار قوهٔ الکتریسته در اواسط سطوح قلیلتر و در روی خط الراسها
قویتر و در رؤس زوایای مجسمه بیشتر از همه جا است در روی سطح مخروطی
هر چه از قاعده بسمت راس نزدیکتر شویم مقدار الکتریسته تزاید
میشود و در خود راس مخروط آنقدر قوی است که بر مقاومت
هوا غلبه میکند و خارج میگردد

حاده و منفرجه

۹ — قدرت نوکها —

چنانچه مذکور شد الکتریسته
که در سطح جسمی موجود است بیشتر در روی خط الراسها و برآمدگیها
و زوایا و بالاخره در روی جمیع اجزاء حادهٔ آنها منتشر است و در
نوک حاده مقدار قوه آنقدر زیاد است که بر مقاومت هوا غلبه
نموده جاری میگردد در حقیقت اگر جسم الکتریزه را نوک باریک
مرتصل نمائیم ممکن نیست که الکتریسته در آن جسم باقی بماند و در ظلمت



چون الکتریسته از نوک تیزی بیرون رود اگر شب باشد در
بالای آن نوک تیز نورانی دیده میشود و اگر شب نباشد یک نقطه
منیر بنظر میآید و از اینجا معلوم میشود که در جمیع آلاتیکه بخصوص احداث
یا جمع نمودن الکتریسته ساخته میشوند باید از بر آمدگی و نوک احتراز
نمود و بجای اجزاء آنها را کروی یا استوانه ساخت

فصل دویم در احداث الکتریسته بواسطه اصطکاک

۱ ــ تجربه در باب الکتریزه نمودن جسم بواسطه اصطکاک

استوانه مسمی ب ث مطابق این شکل ۹۲ بر پایه از لاک

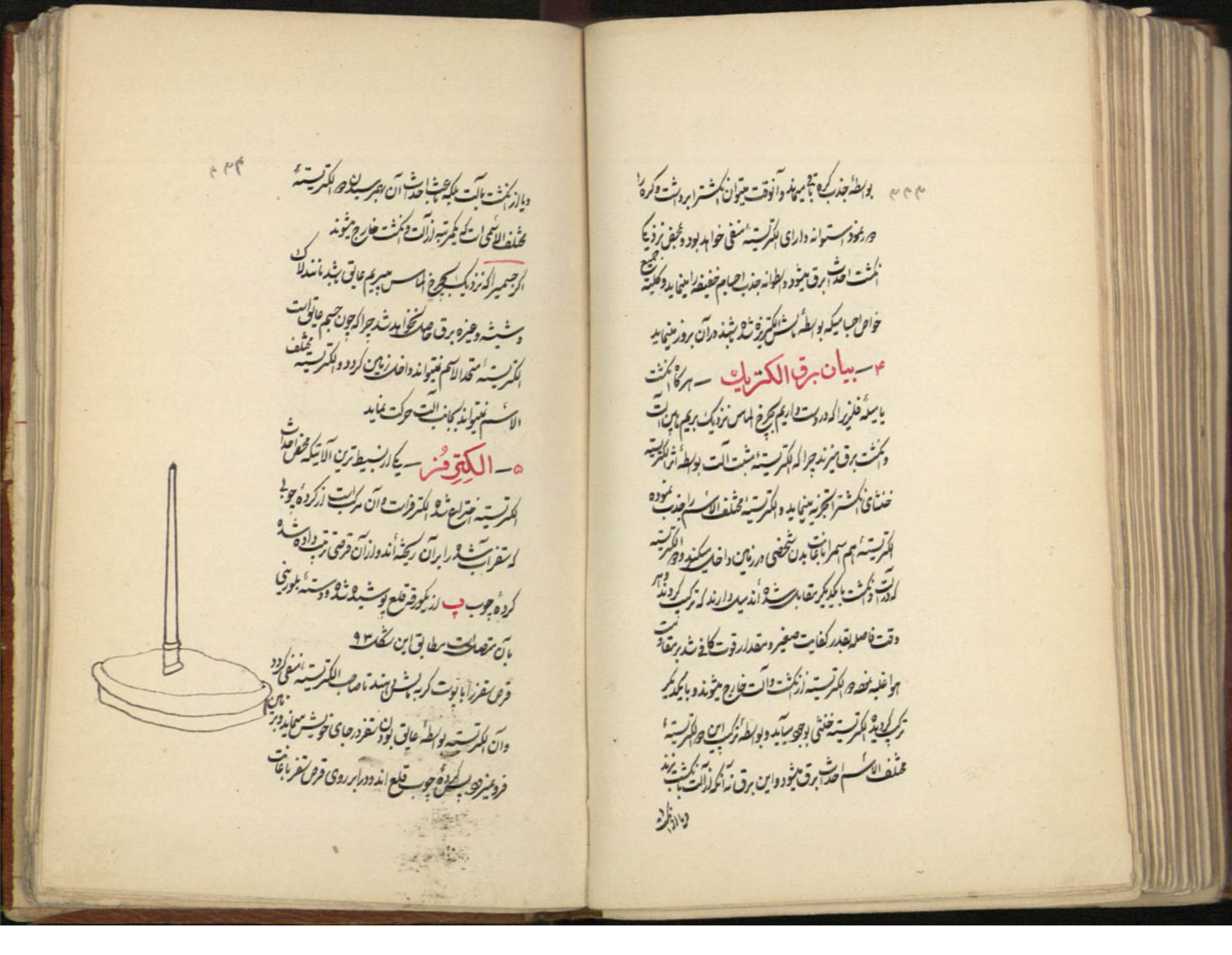
قرار گرفته و آنرا روبروی جسم الکتریزه شده قرار میدهیم مثلاً کره
که پایه اش بلوری باشد و آنرا الکتریزه نموده باشیم و فرض میکنیم
الکتریسته آن شیشه باشد و استوانه مذکور از طرف تحتانی دارای
چندین جفت پاندول است یعنی باعانت مفتولهای چندین
زوج گلوله مغز اقطی را بدان استوانه آویخته اند بمحض اینکه کره
را باستوانه ب ث بقدر کفایت نزدیک نمودند گلولهای
آقطی هر زوج پاندول از یکدیگر دور میشوند و هر قدر بسمت انتهای
استوانه نزدیکتر باشند بیشتر از یکدیگر دور میشوند و علاوه بر آن مشاهده
میشود که گلولهای آنطرفی که نزدیکتر بکره است بسمت آن کره
مایل میگردند و حال آنکه گلولهای طرف دیگر دور میشوند و در عکس جهت
حرکت میکنند گلولهای انتهای ب بواسطه کره جذب و گلولهای
انتهای ث دفع گردیده اند حال اگر میله بلوری را که قبل از وقت
مالیده باشیم نزدیک گلولهای انتهای ب ببریم جذب
میشوند پس الکتریسته آن شده که مخالف الکتریسته شیشه است

یعنی الکتریسته صمغی یا منفی و اگر همان میله بلور را با نقطه‌های ث
ببریم دفع حاصل میشود پس در طرف ث الکتریسته هم شیشهٔ
یعنی الکتریستهٔ زجاجی یا مثبت موجود است و از اینجا نتیجه میشود که در این
فاصله اثر این دو جسم اینست که الکتریسته مثبت ا الکتریستهٔ
خنثای استوانه را تجزیه نموده الکتریستهٔ منفی آنرا بسمت خود کشیده
و الکتریسته مثبت را دور نموده و از اینقرار استوانهٔ الکتریزه شده است
و آن نیمهٔ استوانه که بسمت کره ا است الکتریستهٔ منفی دارد و در نیمهٔ
دیگر الکتریسته مثبت و در شکل ما علامت — و + را قرار داده‌ایم
و نقطه‌های مادی الکتریسته استوانهٔ را در گلوله‌های قطبی برده آنها را
الکتریزه نموده‌اند و بسبب جدا شدن هر زوج آنها همین فقره است و
بخوبی واضح است که در هر زوج پاندول آنهائیکه در نیمهٔ مقدم واقع اند
الکتریستهٔ منفی دارند و تمام آنهائیکه در نصف مؤخر واقع اند الکتریستهٔ
مثبت و بالاخره چون گلوله‌های هر زوج همینکه با نقطه‌های استوانه نزدیکتر
باشند بیشتر دور میشوند معلوم میشود که مقدار الکتریسته در دو انتها
بیشتر است

بسیار است و در وسط تقریباً صفر است

۲ — **مراجعت بحالت خنثی** — چون الکتریستهٔ استوانه
بواسطهٔ اثر دائمی کره ا که جاذب یکی و دافع دیگری است از هم جدا
شده‌اند پس اگر این اثر روی بتناقص گذارد یعنی کرهٔ مؤثر را دور کنیم
رفته رفته گلوله‌های قطبی نزدیک میشوند و معلوم میشود که مقدار الکتریسته
دو نیم استوانه متناقص شده و بالاخره اگر کره را بفاصلهٔ کافی دور کنیم
اثر آن معدوم و استوانه بواسطهٔ ترکیب دو الکتریسته بحالت خنثی درمی‌آید

۳ — **الکتریزاسیون دائم اجسام متأثره** —
بجهة اینکه خواص الکتریک پس از آنکه جسم اثر دهنده کره در استوانه باقی بماند باید یکی
از دو الکتریسته را بخارج جریان داد زیرا که تا آن دو قوه مجاور یکدیگر
بمحض رفع اثر کرهٔ مؤثر مجدداً ترکیب میشوند و حالت خنثی بظهور میرسد
و بجهة اینفقره باید در مدتیکه کره در استوانه اثر میکند یکی از انتهاها را
یا از نقاط استوانه مجاور کنیم الکتریستهٔ آن نیمهٔ استوانه مشغله الکتریسته
مثبت در زمین داخل میشود و الکتریستهٔ منفی در روی استوانه



بواسطهٔ جذب که تیغ با نمیماند و آنوقت میتوان انگشت را برداشت و کرهٔ
در نمود استوانه دارای الکتریسیتهٔ منفی خواهد بود و بمحض نزدیک
انگشت احداث برق میشود و بواسطه جذب اجسام خفیفه را مینماید و کلیهٔ جمیع
خواص اجسامیکه بواسطهٔ مالش الکتریزه شده باشند در آن بروز مینماید

۴ — بیان برق الکتریک — هرگاه انگشت
یا سیلهٔ فلزی را که در دست داریم بچرخ الماس نزدیک بریم ما بین آنست
و انگشت برق میزند چرا که الکتریسیتهٔ مثبت آلت بواسطهٔ اثر الکتریسیته
خنثای انگشت را تجزیه مینماید و الکتریسیتهٔ مختلف الاسم را جذب نموده
الکتریسیتهٔ هم اسم را با تمام بدن شخص در زمین داخل میکند و دو الکتریسیته
که در آلت و انگشت با یکدیگر مقابل شده اند میل دارند که ترکیب کردند و هر
وقت فاصله بقدر کفایت صغیر و مقدار قوت کافی شد بر مقاومت
هوا غلبه نموده دو الکتریسیته از انگشت و آلت خارج میشوند و با یکدیگر
ترکیب کرده الکتریسیتهٔ خنثی بوجود میآید و بواسطهٔ ترکیب این دو الکتریسیتهٔ
مختلف الاسم احداث برق میشود و این برق نه آنکه از آلت به انگشت بزند
ویا از

ویا از انگشت به آلت بلکه بجهت احداث آن هر دو سیال دو الکتریسیتهٔ
مختلف الاسمی است که یکمرتبه از آلت و انگشت خارج میشوند
اگر جسمی را که نزدیک بچرخ الماس میبریم عایق باشد مانند لاک
و شیشه و غیره برق حاصل نخواهد شد چرا که چون جسم عایق است
الکتریسیتهٔ متحد الاسم نمیتواند داخل زمین گردد و الکتریسیته مختلف
الاسم نمیتواند بجانب آلت حرکت نماید

۵ — الکتروفر — یکی از بسیط ترین آلاتیکه مخصوص احداث
الکتریسیته اختراع شده الکتروفر است و آن مرکب است از کرهٔ چوبی
که سقز آب شده را بر آن ریخته اند و از آن قرصی ترتیب داده شده
کرهٔ چوب پ از زیر قرص قلع پوشیده شده و دستهٔ بلورینی
با آن متصل است مطابق این شکل ۹۳
قرص سقز را با پوست گربه مالش میدهند تا صاحب الکتریسیتهٔ منفی گردد
و آن الکتریسیته بواسطه عایق بودن سقز در جای خویش میماند و بر زمین
فرو نمیرود بلکه کرهٔ چوب قلع اندود را بر روی قرص سقز با غایت

مثبت آن چون خارج از اثر الکتریسیتهٔ مخالف سقز واقع میشود آزاد
گردیده در تمام صفحه منتشر میگردد و بمحض مجاورت انگشت برق میزند
بجهة تکیه کرده چوب را مجدداً الکتریزه نمائیم لازم نیست که دوباره آتش را
از سر گیریم و اگر لازم شد باز آن شدت ضرورت نیست چرا که در این نوع
الکتریسیته الکتریزاسیون نه از سقز چیزی تلف میشود و نه بر قوه آتش
افزوده میگردد بلکه خاصیت الکتریسیتهٔ منفی آن همین است که بواسطهٔ
اثر الکتریسیتهٔ خنثی صفحه را تجزیه نماید و چنانچه مذکور شد الکتریسیته
آن داخل قلع میشود و نه با الکتریسیته که از آن میآید ترکیب میتواند شد
پس کافیست که کما اولاً کرده را بر گرد قرص سقز منطبق کنیم ثانیاً با انگشت
سطح فوقانی آن را بزمین مربوط سازیم ثالثاً انگشت را برداشته صفحه را
بواسطهٔ دستهٔ بلوری بلند کنیم و آنوقت میتوانیم برق جدیدی حاصل
نمائیم و تا وقتیکه بواسطهٔ مجاورت هوای مرطوب الکتریسیتهٔ سقز
تلف نشده باشد این عمل را میتوان مکرر نمود

۶ – چرخ الماس — چرخ الماس منشأ ترکیبات

دستهٔ بلوری منطبق کنند الکتریسیتهٔ منفی سقز بواسطهٔ اثر الکتریسیته
خنثای کردهٔ چوب را تجزیه نموده الکتریسیتهٔ مثبت آن را جذب میکند
و در سطح تحتانی مینماید و الکتریسیتهٔ منفی را دفع کرده بسطح فوقانی میفرستند
الکتریسیتهٔ مثبت سطح تحتانی که مجذوب الکتریسیتهٔ منفی سقز است اگر هر دو
جسم هادی میبودند ترکیب میشدند ولی عایق بودن سقز مانع این ترکیبات
و نمیگذارد الکتریسیتهٔ منفی از سقز خارج شود و بجانب قلع برود و از
طرف دیگر نمیگذارد که الکتریسیتهٔ مثبت قلع در سقز داخل شود پس کرده
چوب اثر قرص سقز الکتریزه میشود و الکتریسیتهٔ منفی در فوق و مثبت
در تحت آن قرار میگیرد حال اگر صفحه را بواسطهٔ آن دستهٔ بلوری
از روی آن سقز برداریم دو الکتریسیتهٔ آن در ورقهٔ فلزی بطور آزادی
حرکت میکنند و با یکدیگر ترکیب شده حالت خنثی بظهور میرسد ولی
اگر قبل از برداشتن کردهٔ چوب انگشت خود را بسطح فوقانی آن تکیه
داده‌ایم الکتریسیتهٔ منفی در زمین داخل میشود و همان الکتریسیتهٔ مثبت
باقی میماند حال دستهٔ ابزار را گرفته کرده را برمیداریم و الکتریسیتهٔ
مثبت



از سه جزء اصلی از این قرار دائره از بلور با غایت دسته حرکت وضعی میکنند و دو
بالشتها چند حرکت مینماید و دارای الکتریسیته مثبت میشود بواسطه اخر الکتریسیته
خشتهای چند استوانه هادیه را که بواسطه پایه‌های بلوری ایزوله شده‌اند
تجزیه مینماید دائره بلوری ث ث مطابق این شکل ۹۴

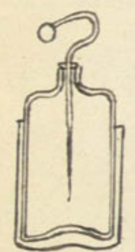
بر روی محور فلزی د نصب شده و این محور بواسطه چارچوب
ب ب در بالای میزی نگاه داشته شده و با غایت دسته
ع که شیشه است حرکت میکند و با چهار بالشتهای غ و ظ و ف
و ق که یک زوج آن در فوق و زوج دیگر در تحت بچهار چوب
متصل شده‌اند مالش پیدا میکنند این بالشتها را بند از قلع و در
روی آنها ترکیبی از کوکرد و قلع که معروف است بذهب الحکیم کشیده شده
و دو استوانه هادیه مسی با غایت چهار چوبه بلوری بر روی آن نصب کرده‌اند
و آن طرف از دو استوانه هادیه که مجاور دائره بلوری است دارای سلسله
شاخی است بشکل نعل است و آنرا فکین آلت گویند و دائره بلوری
از میان دو شعبه هر سلسله بدون اتصال عبور نموده و دو سلسله مذکور از طرف
داخل صاحب چندین نوک‌اند که بفاصله قلیلی از دائره بلوری واقع
شده‌اند بواسطه مالش صفحه شیشه دارای الکتریسیته مثبت و بالشتها
صاحب الکتریسیته منفی میگردند این الکتریسیته منفی بواسطه چهار چوب
چوبی و با غایت زنجیر فلزی ی که ببالشتها مربوط است در زمین داخل میشود

والکتریسیتهٔ مثبت دایرهٔ بلوری بواسطهٔ اثر الکتریسیتهٔ خنثی استوانهٔ
مادیه را تجزیه نموده الکتریسیتهٔ منفی را جذب و الکتریسیتهٔ مثبت را دفع
مینماید الکتریسیتهٔ منفی چون بشکل آلت رسیده داخل در آن نوکها
میشود و از آنها خارج گردیده در چرخ داخل میشود و در تاریکی اطراف هر یک
از این نوکها را نورانی می‌بینیم و این علامت خروج الکتریسیته است
و آنوقت چرخ بلوری بواسطهٔ ترکیب الکتریسیتهٔ مثبت خویش و
الکتریسیتهٔ منفی خارج از نوکهای فلزی آلت بحالت خنثی در میاید
ولی چون حرکت دوران منقطع نشده الکتریسیتهٔ مثبت جدید دوباره
در صفحهٔ بلوری ظاهر شده بواسطهٔ اثر بر الکتریسیته در استوانهٔ مادیه سیال فزاید
ولی باید دانست که مقدار الکتریسیته در آلت ممکن نیست بینهایت زیاد شود
اگر عایق الاتصال دایرهٔ بلور را بگردانیم چون وقتی میرسد که بواسطهٔ هوا
و بواسطهٔ عایق کامل نبودن پایه‌ها بقدر الکتریسیته تلف شود که از آلت
بدست میاید و در اینحالت قوهٔ آلت منتهی درجهٔ مقدار خویش رسیده
و این منتهی درجه را بواسطهٔ بعضی احتیاطات میتوان جلوتر برد باینکه در

اطراف

اطراف سیر منقلهای آتش قرار داده هوای اطراف را قدری خشک
نمایند و با بعضی پارچه‌های خشک گرم پایه‌های بلور را مالش دهند
تا هیچ اثر رطوبت در آنها نماند و این احتیاطات بخصوص در هوای
مرطوب بسیار لازم اند

۷ — الکتریسیتهٔ متکاثف و بطری لیدن —



بطری لید مرکب است از بطری شیشهٔ ث ث مطابق این شکل ۹۵
که پر است از ورق طلا و تمام اوراق آن طلا در داخل با سلاح داخل
تا نیم از طرف خارج بطری مذکور تا ۳ ربع ارتفاع خویش از ورقهٔ
قلعی پوشیده شده است که سلاح خارجی بطری نامند و میلهٔ فلزی
در دهانهٔ بطری از چوب پنبه عبور نموده که بر آن لعابی از صمغ لاک کشیده اند
و این میله تا نزدیک بقعر بطری از درون ورقهای طلا عبور نموده
و از طرف خارج سر آن میله را خم کرده بدگمهٔ منتهی نموده اند و
نوک داخلی آن میله حاد است
بجهة اینکه بطری لیدن را پر کنیم سلاح خارجی آنرا در دست میگیریم و بابات

سیلهٔ چند سلاح داخل آنرا با چرخ الماس مربوط میسازیم الکتریسیتهٔ
مثبت آلت داخل بطری میشود و در سلاح داخل منتشر میگردد و پس از آن
سلاح تنها نمود مقدار قوه که در آن جمع میگردید معادل میشد با قوهٔ
چرخ الماس و همچنین نیست چرا که الکتریسیتهٔ مثبت سلاح داخل بواسطهٔ
اثر خویش از ورای شیشه الکتریسیتهٔ خنثای سلاح خارج را تجزیه
مینماید و بعد از تجزیه الکتریسیتهٔ مختلف الاسم را جذب نموده بواسطهٔ بدن
شخص الکتریسیتهٔ متحد الاسم را از زمین داخل میکند و از استقرار سلاح
خارجی دارای الکتریسیتهٔ مثبت میشود و این دو الکتریسیته چون مایلند
که با یکدیگر ترکیب شوند یکدیگر را جذب میکنند ولی عایق بودن شیشه مانع
ترکیب اتصالات و بواسطهٔ این اثر که در یکدیگر میکنند دو الکتریسیته در
سطح خارجی و داخل شیشه جمع شده میدارند از آنها آلت میشود
و در این صورت الکتریسیته را مخفی گویند این حالت وقتی است که دو الکتریسیته
بواسطهٔ اثر یکدیگر در هوا داخل نمیشوند و ثابت مینمایند که این دو الکتریسیته
موجود نیستند پس سلاح داخل مجددا میتواند مقدار جدیدی الکتریسیته

جذب

جذب نماید و همین جذب باعث این میشود که در سلاح داخل همان
قدر الکتریسیتهٔ منفی بروز کند و این دو الکتریسیتهٔ مختلف الاسم بواسطهٔ
حالت جاذبه که دارند و عایق بودن شیشه سبب انتشار خویش را گم میکنند
و مجددا مخفی میگردند و آنوقت میتوان مقدار جدیدی از قوهٔ چرخ
الماس را چو پاره در بطری داخل نمود و این عمل را میتوان آنقدر مکرر
کرد که دو الکتریسیته بر مقاومت شیشه غلبه نموده آنرا سوراخ کنند و ملاقات
بهم رسیده با یکدیگر ترکیب گردند و بنابراین معلوم میشود که بطری لید
که باعانت آن میتوان الکتریسیته را متکاثف نمود و بیش از آنچه در
استوانهٔ مادهٔ چرخ الماس بظهور میرسید در این آلت مجتمع ساخت

۸ — خالی کردن بطری لید

— بجهة تخلیهٔ بطری لید باید بواسطهٔ
جسمی هادی دو سلاح خارجی و داخلی را متصل نمود تا دو الکتریسیتهٔ
مختلف الاسم با یکدیگر ملحق شده ترکیب شوند و بجهة این فقره بطری را با
سلاح خارجی در دست میگیریم و انگشت دست دیگر را بدکمهٔ میلهٔ سلاح
داخل میبریم فی الفور جرقه با صدای خشک حاصل میشود و در تمام بدن تکانی

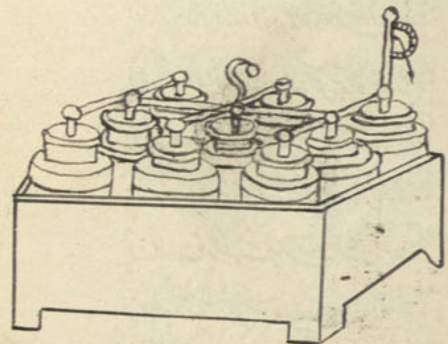
در مفاصل دست و بازو یکنوع حرکتی حاصل میشود که کموسیون الکتریک نامند و در وقت تخلیه باطری الد میتوان بحفظ اجتناب از کموسیون آلت مخصوصی استعمال نمود معروف بمهیج دان که مرکب است از قوس فلزی که صاحب دو شعبه متحرک است و طرفین دو شعبه آن را بدو سلاح باطری مربوط میکنیم و با عایقهای بلوری آن را نگاه میداریم مطابق شکل

۹ — **تخلیه بدفعات** — میتوان باطری الد را بتدریج تخلیه نمود باینکه بنوبت دو سلاح آن را احداث برقهای کوچک نمائیم و بجهت اینکه باطری را در روی جسم ایزلانی مثل قرص شیشه یا صندلی پایه بلوری قرار داده ایم و آنوقت انگشت را با دکمه سلاح داخلی مجاور مینمائیم تا برق کمی بزند آنوقت انگشت را بسلاح خارجی متصل مینمائیم برق میزند و باهمین ترتیب یکدفعه انگشت بسلاح داخلی میزنیم و دفعه دیگر بسلاح خارجی و در هر نوبت برق ضعیفی میزند و باطری بتدریج تخلیه میگردد

۱۰ — **باطری الکتریک** — بجهت اینکه مقدار زیادی الکتریسته حاصل کنیم چندین باطری الد بزرگ را بیکدیگر متصل

مینمائیم

مینمائیم و این بطریها را ژار گویند و آن عبارت از ظرف دهانه گشادی است از شیشه که سطح داخل و خارج آن از ورقه قلعی پوشیده شده و پر شده است از ورقهای فلزی بجهت ساختن باطری الکتریک چندین ژار را در جعبه بیکدیگر متصل میکنند و داخل آن جعبه را از ورقه قلعی پوشانده ژارها را قسمی قرار میدهند که سلاح خارجی آنها بواسطه پوشش فلزی داخل جعبه بیکدیگر مربوط شوند و از طرف دیگر سلاحهای داخلی آنها با میله‌های فلزی بیکدیگر متصل شده اند مطابق این شکل ۹۶



بجهت پر کردن این باطری میله ف را که متصل بسلاحهای داخلی است بجسم الماس متصل نموده سلاحهای خارجی را بواسطه زنجیری فلزی که

بدسته حجبه متصل شده بزمین مربوط میکنند
و بجهة تخلیه باطری باعانت مهیج دسته ث را یکی از نقاط
اسلحه داخلیه مربوط مینمایند

فصل سیم در اثار الکتریسته

۱ - اثار فیزیولوژیکی — وقتیکه شخصی در روی
صندلی ایزلانی قرار بگیرد و دست خود را بر روی یکی از استوانهای
هادی چرخ الماس بگذارد قوه در بدن او داخل میشود و بهمان مقداریکه
در خود آلت قوه احداث شده در بدن آن شخص نیز بهمان مقدار موجود میشود
آنوقت موها بواسطه اینکه یکدیگر را دفع میکنند راست میشوند و چنین
بنظر میاید که در صورت کشتی سبک حرکت میکنند و حس مخصوصی شبیه
بانکه از مجاورت تار عنکبوت حاصل میشود حس مینمائیم و بالاخره
اگر جسم هادی را نزدیک شخص الکتریزه بریم از جمیع نقاط بدن شخص برق
بجهد اگر سلاح خارجی باطری لیدرا در دست گرفته انگشت دست دیگر را
بگاور سلاح داخلی نمائیم دو الکتریسیته مختلف در بدن ما بایکدیگر ترکیب شده
اوارند

احداث کموسیون میکنند که متناسب با مقدار قوه و اشخاص متعدده را
میتوان یکدفعه حرکت داد و بجهة تجربه کافیست که آن اشخاص دست
یکدیگر را بدهند و دو شخص طرفین یک باطری را در دست نگاه دارد و شخص دیگر
انگشت خود را بگاور دکمه سلاح داخل کند جمیع آن اشخاص اگرچه چند
نفر هم باشند یکمرتبه بیکقوه حرکت میکنند و با باطری الکتریک
کموسیون شدید تر است ولیکن احتیاطی است که شخص خود را در معرض
کموسیون باطری چندان زیاد(?) چرا که تخلیه باطری بزرگ ممکن است حیوان را
بکشد مثلا اگر حیوانی را در روی جسم هادی قرار دهیم و آن جسم هادی را
بسلاح خارجی باطری مربوط نمائیم و پس از آن باعانت مهیج یکی از نقاط
بدن آن حیوان را با سلاح داخلی مربوط سازیم فی الفور بواسطه ترکیب دو قوه
حیوان اگر باطری قوی باشد بیافتد و بمیرد

۲ - اثار حرارتی — در ظرف فنری کوچکی که بواسطه
زنجیری فنری کلاهک(?) بزمین مربوط و در قعر آن دکمه موجود باشد مایع سریع
الاشتعال مانند اتر با الکل گرم میریزیم و شخصی بر روی صندلی ایزلان

نشسته انگشت خود را بدکمه مرکزی ظرف مجاور سکنند و همان دم
دست دیگر را بر روی چرخ الماس بگذارد فی الفور برق بجهد و مایع
آتش میگیرد و این تجربه را میتوان خوب نمود بانکه عوض انگشت لوله
زنجیر را در دست گیرند و با دکمه مجاور کنند آنوقت برق با این زنجیر و ظرف
بجهد و الکل را مشتعل مینماید و برقیکه از باطری احداث میشود فورا
آتش میزند و فتیله که به گوگرد آلوده شده باشد نیز آتش میگیرد و هرگاه
بجهت تخلیه باطری قوای آن را در مفتول فلزی نازکی داخل کنیم مفتول
قرمز میشود و بلکه ذوب و بخار میشود میگردد و اگر خط ابریشمی را استطلا کنیم
و قوه را از آن عبور دهیم قشر طلای روی ابریشم بخار میشود با وجود
چنان حرارت شدید ابریشم هیچ تغییری نمیکند

۳ــ در آثار نورانی الکتریسیته و شکل برق

و جهنده برق در فاصله‌های قلیل بخط مستقیم منحطات و گاهی کج
فاصله از کره تجاوز نمود شکل آن مارپیچ میشود و در فاصله‌های طویل
گاهی شکل برق پیچ بپیچ است و گاهی خطی است منکسره که زوایای
آن

آن زیاد حادث شده اند و سبب این شکل پیچاپیچ برق مقاومتی است
که در هوا انتشار الکتریسیته بروز میکند چرا که در خلاء برق حالت دیگر پیدا میکند

۴ــ حالت برق در خلاء

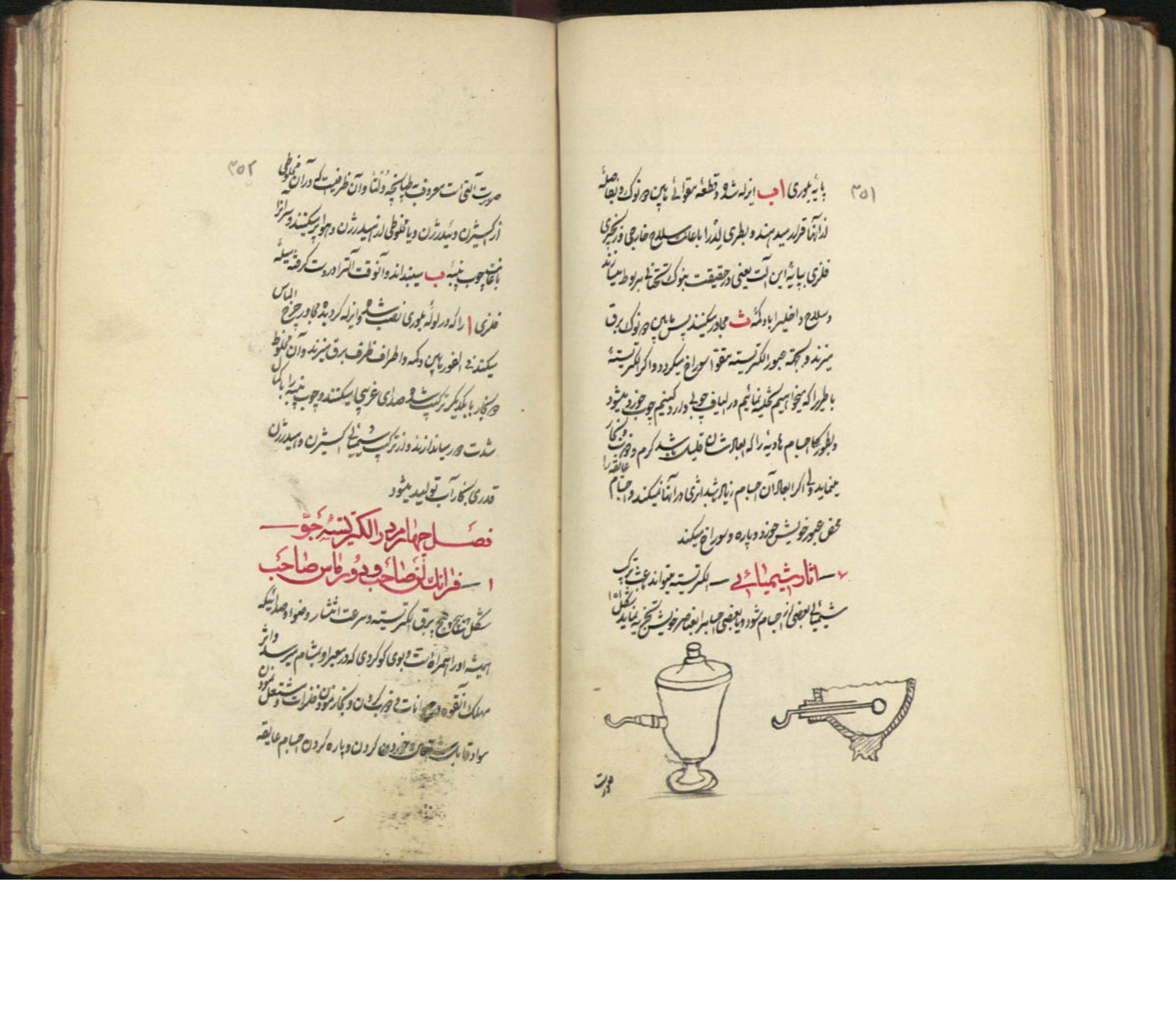
ــ در ظرف به شکل تخم
مرغ و معروف به بیضه الکتریک مطابق این شکل ۹۷
با علاقه شیشه خلاء نموده اند و در آن ظرف دو میله یکی بطرف
فوقانی و دیگری بطرف تحتانی نصب شده اند و هر یک
از آن میلها منتهی بدکمه گردیده اند میله تحتانی مربوط است
بر پایه و میله فوقانی بچرخ الماس همینکه هوای جوف
ظرف منبسط گردد و بیش از چند هزارم درجه باقی نماند
الکتریسیته از آن دو دکمه بطور اتصال و آرامی جاری
میشود و مابین دو دکمه یعنی نورانی بنفش رنگ احداث میشود که هر چه
هوا لطیف تر گشته باشد روشنائی آن کمتر و شکل آن زیادتر است
اگر دو دکمه مذکوره فاصله شان قلیل باشد مابین آنها نور بنفش رنگ جاری میشود
و در دور گلوله تحتانی هاله سفیدی ظاهر میشود



ه - **لوله و مشبک برق زن** — لوله برق زن
عبارت از لوله ایست شیشه که در روی آن بشکل مارپیچ قطعات
ورق طلا را بفاصله های قلیل چسبانده اند مطابق این شکل ۹۸
و در دو طرف لوله مذکور دو قطعه فلز **ب ث** و **ا د** نصب شده
و چون لوله را بواسطه **ب ث** در دست بگیریم و طرف **ا د** را
با چرخ الماس مجاور کنیم برق میزند و اگر تیسته بواسطه آن در تمامی
طلا بر روی خط مارپیچ تجزیه و ترکیب کردند در هر نقطه انقطاع برق
میزند و تمام مارپیچ نورانی دیده میشود
در مشبک برق مطابق این شکل ۹۹ باریکه از قلع را در روی

صفحه شیشه چسبانده اند بطوریکه ابتداء از طرف فوقانی آن
باریکه قلع بسمت راست و چپ حرکت نموده مارپیچی از آن احداث
میگردد بعد با جسم نوک تیزی در روی صفحه نقش میکنند و آن باریکه
قلع در نقاط مختلفه منقطع میگردد حال اگر طرف فوقانی باریکه
فلز را با چرخ الماس مربوط کنیم و طرف تحتانی بزمین متصل باشد
در جمیع نقاط انقطاع برق میزند و شکلی که در روی صفحه نقش شده
نورانی بنظر میآید

ی - **آثار حرارتی** — وسیله نوک تیز فلزی **ت**
و **ح** مطابق این شکل ۱۰۰ بر پایه قرار دارند و میله فوقانی بواسطه



باید بلوری اب ایزوله شده قطعه مفتول آهن در نوک و بعلاوه
از آنها قرار رسید هند و بطری لیدن را با علامت سلاح خارجی و زنجیری
فلزی به پایه این آلت یعنی در حقیقت به نوک تحتانی مربوط می‌سازند
و سلاح داخلی را با دکمه ث مجاور میکنند پس مابین دو نوک برق
میزنند و بجهت عبور الکتریسته مقوا سوراخ میگردد و اگر الکتریسته
را بطوری که میخواهیم تخلیه نمائیم در الیاف چوبی وارد کنیم چوب خورد میشود
و بطور کلی اجسام مادیه را که ایصال شان قلیل باشد گرم و خورد و نرم [illegible]
مینماید و اگر ایصال آن اجسام زیاد باشد اثری در آنها نمیکند و اجسام عایقه را
محض عبور خویش خورد و پاره و سوراخ میکند

۲ — آثار شیمیائی — الکتریسته میتواند باعث ترکیب
شیمیائی بعضی از اجسام شود و یا بعضی جسم را بعناصر خویش تجزیه نماید بشکل (۱۵۱)

صورت آلتی است معروف بطپانچه ولتا و آن ظرفیست که در آن مخلوطی
از اکسیژن و ئیدروژن و یا مخلوطی از ئیدروژن و هوا پر میکنند و سر آنرا
با غلاف چوب پنبه ب میبندند و آنوقت آنرا در دست گرفته بوسیله
فلزی ا را که در لوله بلوری نصب شده و ایزوله گردیده بدکاو در چرخ الماس
میکنند فی الفور مابین دکمه و اطراف ظرف برق میزنند و آن مخلوط
در یک کار با یکدیگر ترکیب شده صدای غریبی میکنند و چوب پنبه را با کمال
شدت دور می‌اندازند و از ترکیب شیمیائی اکسیژن و ئیدروژن
قدری بخار آب تولید میشود

فصل چهارم در الکتریسته جو

فرانکلن صاحب و دو رماس صاحب

۱ — شکل منحنی و پیچ برق الکتریسته و سرعت انتشار و ضوء جلائیکه
همیشه او را همراه است و بوی کوگردی که در عبور او بمشام میرسد و اثر
مهلک آن قوه در حیوانات و خورد کردن و بکار نمودن فلزات و مشتعل نمودن
مواد قابل اشتعال و خورد کردن و پاره کردن اجسام عایقه

و احداث کردن کمیونهای شدید وغیره کمال اهتمام را بآلات برق
دارند و بواسطه از قدیم الایام حدس میزدند که برق و الکتریسیته
یک چیز اند معهذا اینفقره ثابت نشده بود در همین عصر فرانکلن
صاحب اول کسی است که در چهل تجاربه تنیکه دنیا اینفقره را ثابت نمود
و در همانوقت در مملکت فرانسه [illegible] نام صاحب نیز امتحانات نموده قوه را
ثابت کرد و بواسطه طفلی که بسمت یکی از ابرهای الکتریزه روانه نمود
برق چندین ذرعی حاصل کرد

۲ — در حدوث برق — نه تنها صاعقه باعث بروز
الکتریسیته میشود بلکه هر تغییری که در طبیعت جسمی عارض گردد باعث احداث
اینقوه میشود و باین جمیع تغییراتیکه متصل در مواد کره ارض بظهور
میرسد اهم آنها تبدیل آبهای سطح دریا است بحالت بخاریه و همین
عمل تبخیر سطحی باعث این میشود که الکتریسیته خفتای آب تجزیه گردد
و بهمین واسطه است که ابرهای الکتریزه ظهور میکنند و گاهی الکتریسیته
آنها مثبت و گاه دیگر منفی است پس وقتیکه دو ابر الکتریزه دارای دو قوه

مختلف الاسم

مختلف الاسم باشند و روبرو شوند چون الکتریسیته مختلف از آنها
بیرون آمده و بشکل خط نورانی احداث روشنائی شدید فوری
میشود که برق گوئیم و در روی جبر برق هوا چنان بقوت متزلزل شده
که صحبت غریبی از آن بظهور میرسد و آنرا رعد خوانیم
برق ممکن است که مابین ابر و زمین بزند مثلا وقتیکه ابر الکتریزه
بفاصله قلیلی از زمین حرکت کند بواسطه اثر الکتریسیته خفتای زمین
تجزیه شده الکتریسیته مختلف الاسم در سطح زمین داخل نقاط
مرتفعه میگردد و مقدار آن در برآمدگیهای زمین و قله درخت
و بام عمارات بیشتر است و در این نقاط همینکه قوه بقدر کفایت
زیاد شد دو الکتریسیته بجانب یکدیگر میروند و احداث برق میشود
و در اینحالت میگویند که درخت یا خانه را برق زده است پس بنا
بر آنچه مقدم شد برق چیز دیگر نیست جز برق الکتریکی که یا مابین
دو ابر بزند و یا مابین ابر و زمین و صدائی که بواسطه حرکت هوا در وقت
ترکیب الکتریسیته مختلف الاسم ظاهر میشود رعد است

۳ — طول برق — طول برق غالباً مختلف است و دیده شده است که آن طول از ده هزار ذرع تجاوز نموده و اگر چه قدر قوه ابر زیاد باشد کفایت نمیکند که بخار باین طول احداث نماید ولی باید دانست که آن خط نورانی یک برق نیست بلکه چندین برق است که در نقاط مختلفه ابر احداث شده همانطور که در لوله برقزن بارها دیده میشد برق هم مرکب از چندین قطعه است ولی یک خط نورانی بنظر میآید

۴ — صدای رعد — وقتیکه از نزدیکی از چرخ الماسهای برق بجهد صدای خفیف خشکی مسموع میشود که در حقیقت رعد آن برق است پس رعد صدائیست که از ترکیب آن دو الکتریسته بروز میکند و بجهة اشتعال همیکه نزدیک اند بمحل رعد و برق صدای کوتاهی مسموع میشود ولی بسیار پرقوت چنانکه شخص متزلزل میگردد ولی بجهة اینکه هر چه دورتر از آن موضع اند صدای طولانی شنیده میشود که چندین نوبت زیاد و کم میگردد و عاقبت تمام میشود و سبب این فقره اینست که چندین صدای الکتریسته در نقاط مختلفه احداث میشوند که فاصله‌شان از شخص سامع مختلف است

وشکل

وشکل برق این فقره را محسوس مینماید و صدای رعد علاوه بر این فقره بواسطه انعکاس صوت نیز تغییر میپذیرد چنانچه در آفاق کوهستانی صدای رعد که از کوهی بکوهی عکس میگردد حالتی دارد که هرگز در اراضی مسطحه دیده نشده است

۵ — آثار برق — برق اجسام عایقه را پاره و خورد میکند و تخته سنگها را ریز ریز نموده بعضی از اجزاء آنرا تا مسافت بعیده میپراند و بام شیروانی عمارات را که از صفحه‌های فلزی پوشیده شده باشند منهدم میسازد و چون بدرخت میزند آنرا خورد و ریش ریش میکند و دیوارها را سرنگون و گاه از بنیاد برمیکند و چون در زمین داخل شود جمیع ریگهای معبر خود را ذوب نموده کانات زجاجی در زمین باقی میگذارد و اغلب از آنها لولهای بیقاعده صورت می‌بندد که به لوله شیشه و معروف به فول کوریت برق اجسام مادیه را اشتعال نقل آهن و طلا و چهارچوبها و زنجیرهای فلزی وغیره را سرخ و ذوب و گاه بخار مینماید و دیده شده است که برق بشخص زده است و خود آن شخص سالم مانده

آنچه اجزاء فلزی در لباس او بوده است از قبیل کلاه بتون (?) و دکمه
فلزی و پول تماما را تبدیل ببخار نموده برق پشته‌های مواد قابل
احتراق مثل پشته کاه و انبار علف خشک و غیره را آتش میزند و زن
و حیوان را حرکت میدهد و سرنگون میکند و گاه مجروح و بعضی اوقات
نیز هلاک فوری دست میدهد

گاهی از اوقات در اشخاص برق زده آثار سوختگی و بریدگی موجود است
و گاهی هیچ جراحتی موجود نیست حتی خراش هم در بدن شان دیده نمیشود
پس کلیة مرگ بواسطه جراحاتیست که از برق حاصل میتوان شد بلکه
همان اثر کمسیون (?) فوری و شدیدی است که در تمام آلات ظاهر میشود

بعضی اوقات مرگ ظاهری است و کمسیون (?) الکتریک در حقیقت موقتا
در عمل زیرک (?) مدتی را قطع نموده یعنی دوران دمها و تنفس را ... رفع
اینحالت را که دوام آن محققا باعث مرگ است باید نمود که شخص برق زده را
مانند اشخاصیکه خفه میشوند معالجه کرد بعضی اوقات دیگر نیز کمسیون (?) الکتریک
باعث فلج تام یا ناقص بعضی از اجزاء بدن میشود و یا آنکه اختلال بوقتی (?)
در ...

در بدن حاصل مینماید و بعد در مدت قلیلی رفع میگردد برق در حول مسیر
خود بوی گوگردی پراکنده مینماید شبیه آن بوئیکه در مجاورت چرخ
الکتریک در کارت (?) استشمام میشود این بو بواسطه الکتریزه شدن
اکسیژن است که در مسیر برق ... و در انجات (?) اکسیژن را که بواسطه
اثر برق تغییر خاص پیدا نموده ازُن گویند و خواص شیمیائی ازُن بسیار
عمده و مهم است یکی از آن خواص اینست که ازُن با بوهای متعفنی که
متصاعد میشوند ترکیب شده رفع عفونت مینماید پس برق در حقیقت
یکی از رحمتهای الهی است که بواسطه آن هوا سالم میشود

۶ ــ **تصادم مراجعت** ــ در بعضی اوقات
بفاصله بعیدی از نقطه که برق در آنجا زده است انسان و حیوانات احساس
کمسیون شدیدی نموده غالب مثل اینکه آنها را بواسطه برق زده باشند میمیرند
و اینفقره را تصادم مراجعت نامند فرض کنیم که ابر بزرگی پر از الکتریسیته با جره (?)
در سطح زمین محاذی (?) شود بواسطه اثر الکتریسیته خنثی زمین و اجسامیکه در آن
واقع اند تجزیه شده الکتریسیته مختلفرا جذب نموده بسطح زمین میاورد و الکتریسیته

متحد الاسم را دفع نموده در اعماق زمین فرو میبرد پس اگر مابین آن
ابر و یکی از نقاط سطح زمین برق بزند فی الفور ابر خالی میشود و الکتریسیته
مخالف از جمیع نقاط کشیده میشود و با الکتریسیته ابر ترکیب میگردد
و بنا بر این از ترکیب الکتریسیته های مختلف الاسم که میشود در حیوان و انسان
چنان بظهور میرسد که غالب مهلک است و تصادم مراجعت در نزدیکی
برج الماس نیز بظهور میرسد چنانچه از وزغ غیر انفصال از برج
الماس قرار داشتیم هر وقت از ستون های دیه زنگ بزنیم تشنجی در وزغ ظاهر میشود

۱۷ــ در ایام رعد و برق پناه بردن به درخت خطرناک است

برق بنقاط برآمده زمین میزند چرا که در این نقاط مقدار الکتریسیته
بیشتر از سایر نقاط و علاوه بر آن نزدیکتر است بابر شده بناهای مرتفعه
مانند بروج و مناره ها بیشتر در معرض برق اند و در جلگه وسیع در مدت
رعد و برق هرگز نباید پناه بنقاط مرتفعه برد مثلاً زیر درختی رفت
بخصوص وقتیکه همان یک درخت در آن جلگه واقع باشد چرا که اگر برق
بیفتد بطور حتم بر آن درخت خواهد افتاد بدلیل اینکه نقطه مرتفعه است

لو لا

که بواسطه رطوبت هوا و باران ها دیر گردیده و الکتریسیته میتواند در آن
جریان پیدا کند و غالب اشخاصی را که برق میزند بیشتر بواسطه این بی
احتیاطی هاییست که دارند و در زیر درختها پناه میبرند و احتیاطات
دیگر که مابین مردم متداول است ماخذ درستی ندارند مثلاً میگویند در
ایام رعد و برق نباید دوید و هوا را ثابت نباید بحرکت آورد و در
و پنجره اطاق را باید بست که جریان هوا نباشد و الا همینقدر باید دانست که
استداد برق هیچوجه رابطه با حرکت هوا ندارد

۱۸ــ برق گیر ــ برق گیر عبارت از میله آهنی
نوک تیزی است که طول آن از ۵ الی ده ذرع است و آنرا در روی
بام عماراتیکه میخواهند از برق محافظت کنند نصب مینمایند میله
آهنی موسوم بهادی برق گیر از موقع میله ابتدا میکند و بموازی
با سطح بام حرکت میکند و از بدنه عمارت پائین میآید و در زمین داخل
میشود تا بطبقه مرطوبی منتهی گردد و یا آنکه انتهای آنرا وارد چاهی میکنند
که در قعر آن منشعب بچندین شعبه گردیده میله های مادیه باید در تمام طول

متصل شده و بجای مربوط با میله برق گیر والا عوض اینکه عمارت را محفوظ
کند باعث صدمه آن خواهد گردید

حال فرض میکنیم ابر الکتریزه از فوق آن عمارت میگذرد بواسطه اثر آن
ابر الکتریسیته خنثای عمارت و اجسام مجاوره با آن تجزیه گردیده الکتریسیته
مختلف الاسم مجذوب و الکتریسیته متحد الاسم فرو میرود اگر برق گیر نبود
این الکتریسیته رفته رفته متراکم میشد تا وقتیکه بر مقاومت هوا
غلبه نموده یکمرتبه بیرون آید و با الکتریسیته ابر ترکیب شده احداث
برق نماید و در اینحالت عمارت را برق میزد ولی با برق گیر وضع متفاوت است
چراکه بواسطه اثر ابر همینکه بنای تجزیه الکتریسیته خنثی شد هر چه تجزیه
میشود از نوک میله فلزی بیرون میآید و بسمت ابر میرود و در آن داخل
گردیده بتدریج ابر را خنثی میکند پس بعد از جهت اسباب رفع
بعضی خطرهای بزرگ برق این میلهای آهنین هستند که موسومند
ببرق گیر گاهی از اوقات مقدار الکتریسیته مخالفه که از نوک بیرون
میرود کافی نیست بجهة اینکه در آن مدت کم ابر را خنثی نماید و در اینحالت
اق

برق خواهد جست ولی همان روی میله برق گیر چراکه این نقطه ارفع نقاط
عمارت و اقرب آنها با بر و بالاخره الکتریزه تر و مادیتر از سایر نقاط
دیگر است و چون برق همیشه اجسام مادیه را پیروی میکند از میله مادیه
برق گیر پائین میآید و داخل در آب چاه گردیده در زمین منتشر میشود و
خرابی نمیرسد و چون ممکن است بمرور دهور نوک برق گیر آهنین
باشد پس از چندی کند بشود و خاصیت خود را کم کند پس اغلب برق گیرها را
در طرف نوک از پلاتین میسازند چراکه این فلز دیرتر از آهن منقلب میشود
و گاهی هم از طلای سفید میسازند

۹ — تجربه بسیار مختصری ثابت میکند که چه گونه برق گیر همینکه
مقابل ابر الکتریزه شد آنرا خنثی مینماید و الکتریسیته مختلف الاسم را
از خود میدهد

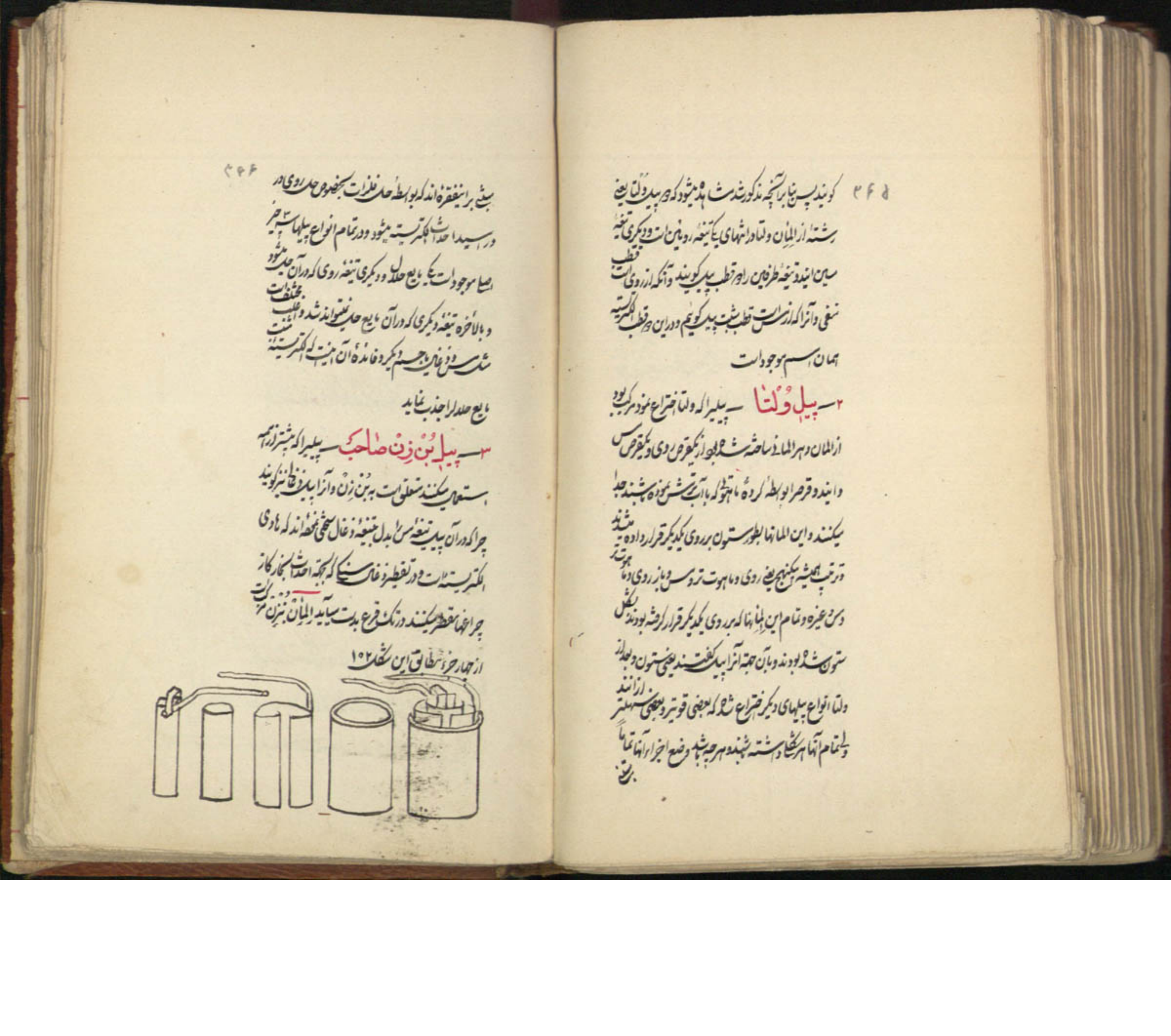
میله نوک تیز فلزی را در دست میگیریم و بفاصله قلیلی از چرخ ماشین
که بر نمونه باشند نگاه میداریم آن نوک بمنزله برق گیر و بدن انسان میله
مادیه آن و چرخ ماشین ابر الکتریزه است و در اینحالت همینکه چرخ

دارای الکتریسیته میشود بواسطهٔ الکتریسیتهٔ مخالف نوک آن سیم خنثی
میگردد و نمیتوان از جرم استوانه‌ها دیه چرخ الماس بلعان کشف برق
گرفت الکتریسیته مثبت چرخ بواسطهٔ اثر الکتریسیتهٔ خنثای نوک را
تجزیه مینماید و الکتریسیتهٔ منفی را جذب نموده با متعادن ان الکتریسیتهٔ
مثبت را دفع میکند و در زمان داخل مینماید الکتریسیتهٔ منفی در نوک
متکاثف میشود و عاقبت بیرون میریزد و بکابل چرخ میرود و آنوقت
بواسطهٔ ترکیب با الکتریسیته چرخ تولید الکتریسیتهٔ خنثی مینماید و در
ظلمت جریان الکتریسیتهٔ منفی بواسطهٔ نورانی شدن نقطهٔ نوک
محسوس میگردد

فصل پنجم الکتریسیتهٔ حاصله بواسطهٔ اعمال شیمیائی اسـ المانِ ولتا و پیل

هر تغییر رنگی که در طبیعت
ما که بظهور رسد باعث احداث الکتریسیته میگردد بخصوص حل شیمیائی
فلزی در یک اسیدی در ظرف ممتاز از آب که با قدری جوهر گوگرد ترا
ترش نموده باشند تیغهٔ روئینی فرو میبریم همانند فلز بنای حل شدن را
میگذارد

میگذارد و در تمام مدتیکه روی در آن مایع ترش حل میشود دو الکتریسیتهٔ
مختلف الاسم آزاد میگردند الکتریسیتهٔ منفی در فلز یکه مشغول انحلال است
جمع شده الکتریسیتهٔ مثبت در مایع منتشر میشود حال اگر در برابر تیغهٔ
روئین تیغهٔ مسینی در مایع فرو بریم بطوریکه در هیچ یک از نقاط سطح
خویش با تیغهٔ روئین تماس نکند این تیغه در آن آب ترش محلول
نیست … بسیار علامت و صفت این تیغه جمع نمودن
الکتریسیتهٔ منفیاتیکه در آن مایع منتشر شده دارد چندین ظرف را
چنانچه مذکور شد از آب ترش ممتاز و در تیغه روئین و مسین انفاصله اند
یکدیگر در آنها داخل نموده آنظروف را متوالی یکدیگر قرار داده تیغهٔ
مسین ظرف اول را با تیغهٔ روئین ظرف دویم متصل نمائیم و مس
از آن تیغه همین ظرف دویم را با تیغهٔ روئین ظرف سیم و همچنین
تا آخر در اینصورت چنین آلتی را پیل ولتا گویند بیادگاری اسم
مخترع آن عالمیکه اول کشف اینفقره را نموده و هریک از این ظروف را
با هر چه در اوست یعنی آب ترش و دو تیغه روئین و مسین المان ولتا



گویند پس بنا بر آنچه مذکور شد ثابت میشود که در پیل ولتا بعض
رشته از المان ولتا دارای یک تیغه روی است و دیگری تیغه
مس اینید تیغه طرف این را در قطب پیل گویند و آنکه از روی است قطب
منفی و آنرا که از مس است قطب مثبت پیل گوییم و در این دو قطب الکتریسیته
همان اسم موجود است

۲ — **پیل ولتا** — پیلی را که ولتا اختراع نمود مرکب بود
از المان و هر المان ساخته شده بود از یکقرص روی و یکقرص مس
و مابین دو قرص را بواسطه گرده ماهوتی که با آب ترشی نموده باشند جدا
میکنند و این المانها بطور ستون بر روی یکدیگر قرار داده میشدند
و ترتیب همیشه یکنهج یعنی روی و ماهوت تر و مس و باز روی و ماهوت تر
و مس الی آخر و تمام این المانها که بر روی یکدیگر قرار گرفته بودند بشکل
ستون شده بودند و بآن جهة آنرا پیل گفتند یعنی ستون و بعد از
ولتا انواع پیلهای دیگر اختراع شد که بعضی قویتر و بعضی سهلتر از آنند
و لیکن تمام آنها هر یک داشته شده‌اند هر چه باشد وضع اجزا آنها تماماً
برحق.

بیشتر بر این فقره اند که بواسطه حل فلزات بخصوص حل روی در
در اسید احداث الکتریسیته میشود و در تمام انواع پیلهای سه جزء
اصلی موجود است یک مایع حلال و دیگری تیغه روی که در آن حل میشود
و بالاخره تیغه دیگری که در آن مایع حل نمیتواند شد و غالب مختلف است
شکل مس و ذغال یا جسم دیگر و فایده آن اینست که الکتریسیته مثبت
مایع حلال را جذب نماید

۳ — **پیل بنزن صاحب** — پیلی را که بیشتر از همه
استعمال میکنند متعلق است به بنزن و آنرا پیل ذغالی نیز گویند
چرا که در آن پیل تیغه مس را بدل بتیغه ذغال کرده‌اند که مادی
الکتریسیته است و در تقطیر ذغال سنگی که بجهة احداث بخار گاز
چراغها تقطیر میکنند در ته قرع بدست میآید المان بنزن مرکب است
از چهار جزء مطابق این شکل ۱۰۲



اولاً ظرف بلاو که در آن آب ریخته اند و با قدری جوهر گوگرد آنرا
ترش نموده اند ثانیاً استوانه روی ی که در ظرف و داخل میشود
و ثالثاً ظرف متخلخل از گل چینی که از تیزاب پر میکنند و در میان استوانه
روی قرار میدهند و بالاخره تیغه کلفتی از زغال قرع که در ظرف
تیزاب فرو میبرند روی بواسطه آب ترش شروع بانحلال میکند و از دو جوهر
الکتریسیته مخالف از یکدیگر جدا میشوند الکتریسیته منفی در آن فلزی میماند
و بنابراین قطب منفی ادوات فی غال در تیزاب محلول است و خاصیت
آن این است که الکتریسیته مثبت را که بواسطه آن عمل شیمیائی بروز نموده
جمع میکنند و بنابراین قطب مثبت پیل است و فایده تیزاب و ظرف متخلخل
آن است که احداث الکتریسیته منظم شده بجهة متصل کردن چندین المان
بهم باید تیغه از زغال هر المان را با روی المان بعد مربوط
نمایند بطوریکه تمام آن المانهای متصل از دو طرف منتهی میشوند به زغال
و روی زغال اخیر قطب مثبت پیل و روی اخیر قطب منفی آن است و بالاخره
هر یک از دو قطب پیل مفتول هادی از مس وصل مینمایند

۴ — ماه نخشب — اگر دو انتهای مفتول هادی پیل را
انقدر بیکدیگر نزدیک کنیم که مابین دو نوک آن فاصله قلیلی باقی باشد
دو الکتریسیته مختلف الاسم بیرون آمده با یکدیگر ترکیب میشوند و احداث
برق میکردد و هر قدر قوت المانها و عدد آنها و سطح مجاور باب ترش
بیشتر باشد قوت برق نیز بیشتر است و چون عمل شیمیائی روی
علی الاتصال احداث الکتریسیته میکنند برقها بفاصله قلیلی و تقریباً
لاینقطع حادث میگردند و روشنائی متصلی از آنها بروز میکنند این اثر روشنائی
که معروف است به ماه نخشب لاوازیه مشتهر میشود هرگاه دو مفتول هادی
منتهی بنوک از زغال قرع کردند و وضع آنرا چنانچه در شکل ۱۵۳
نموده شده است قرار میدهند دو نوک زغال بفاصله
از یکدیگر با نجاح دو میله فلزی قرار داده شده اند و
لوله بلوری آن دو میله را از یکدیگر جدا نموده و انها مفتولهای
هادی که از دو قطب پیل متصل از یک نجاه المان
میایند بدو نقطه ث و د متصل میشوند و مابین دو نوک

ذغال که بواسطهٔ عبور قوه قرمز شده اند روشنائی تحصیل میشود
که چشم از دیدن آن خیره میگردد

۵ — ذوب اجسام باعانت پیل

— باید دانست
و بخصوص آن نقطه که مابین دو نوک ذغال واقع است منبع حرارتی است
که هیچ چیز تاب آن را ندارد و شعلهٔ مواد زجاجیه و طلای سفید و سنگ
چخماق و آهک مانند موم ذوب میشوند و بشکل شکمهای آتشین فرو
میریزند و بقاعدهٔ قلیلی از فلزات مثل آهن و فولاد و مس و نقره
میسوزند و بخار میشوند و حلقهای روشن از آنها باطراف پراکنده میشود
هرگاه مفتول آهن باریکی را مابین دو رأسهای مفتولهای هادی پیل قرار
دهیم اول سرخ و پس از آن ذوب و بالاخره آتش میگیرد و هر قدر قطر
و طول آن مفتول کمتر باشند آثار حرارتیه شدیدترند چنانچه مفتول
طویل همانقدر گرم میشود و اگر طولش کمتر باشد سرخ میگردد و اگر از آن
کمتر باشد ذوب و پس از آن محترق میشود

۶ — آثار فیزیولوژیکی

— دو مفتول هادی پیل را بدو
دست

دست گرفته مسی منتهی میکنند بجهة نگاه داشتن در دست و آنوقت
الکتریسیته در بدن شخص داخل و بواسطهٔ ترکیب باعث تکانهای متصل
میگردند و دست از ارادهٔ شخص چنان خارج میشود که باز کردن آن
ممکن نیست و در مفاصل تشنج عارض و حرکات با درد توأم
در صدر ظاهر میگردد و بواسطه تشنجهای بیقاعده بازو میجنبد و اگر
پیل صاحب چندین عناصر باشد تکانهای خطرناک است و ممکن است
هر شخص قوی را از پای بیفکند ولی با پیل ضعیف هم این قدر یکنوع رعشه
در مفاصل انگشتها بظهور میرسد و باعانت آلاتی چند معروف به آلات
اندوکسیون میتوان آثار فیزیولوژیکی پیل ضعیف را شدید نمود تا
الماس تکانهائی حاصل گردد که تحمل آنها ممکن نباشد

۷ — آثار شیمیائی

— در ظرفیکه از قعر آن دو مفتول
هادی پیل داخل شده و منتهی بنوک از طلای سفید شده اند
قدری آب ترش میریزیم و در روی هر یک از آن دو نوک بر لولهٔ
پر از آب قرار میدهیم آب بواسطه اثر پیل تجزیه بدو عنصر خویش که

اکسیژن و ئیدروژن است میگردد ئیدروژن داخل پوش منفی

شکل ١٠٤

ح و اکسیژن داخل سرپوش مثبت ع میگردد و مطابق این

وحجم کار اول ضعف کار ثانیست و در علم شیمیا مینمایند که آب

حاصل میشود از ترکیب دو کیل ئیدروژن و یک کیل اکسیژن

اغلب محلولات ملحی فلزات بواسطهٔ پیل تجزیه میشوند فلز بقطب منفی

و سایر عناصر ملح بقطب مثبت میروند و از روی اینخاصیت است

که یکی از حکمای معروف که در حقیقت اعمال و تجارب کشف خواص

پیل شده اند صنعت کالوانپلاستی اختراع نموده و آن علم قالب

گیری است باعانت پیل

٨ — کالوانپلاستی — فرض میکنیم که بخواهیم باعانت

کالوانپلاستی قالب سکه را گرفته شبیه آنرا بسازیم بجهة این فقره

آن سکه را بمفتول منفی پیل ضعیفی میآویزیم و بمفتول مثبت تیغهٔ

از مس متصل میکنیم و پس از آن سکه و تیغه را مجاور یکدیگر و بدون

اینکه با هم مماس کنند در ظرفی محتوی محلول ملحی مس فرو میبریم

همانندم

همانندم بواسطهٔ اثر الکتریسیته قشرهٔ در مایع مس جدا میشود و در

روی آن سکه راسب میگردد و با کمال تدقیقی در جمیع فرورفتگیهای

نقش سکه داخل شده غشاء نازکی که از آن قوت میبندد و دقیقه بدقیقه

بر ثخن آن افزوده میشود و پس از بیست و چهار ساعت کلفتی آن

قشر آنقدر شده که میتوان آنرا یکپارچه از روی آن سکه کند و بنا

بر این قالب مجوفی بدست میآید و چون این قالب را در حمام ثانوی

بجای خود سکه قرار دهیم مجدداً مس راسب میشود و همان شکل اولیهٔ سکه را اختیار میکند

٩ — مفضض و مطلا — فلزات معموله از

قبیل مس و روی و آهن و سرب بمجاورت هوا که در میشوند زنگ

میزنند و بخصوص از مس و سرب مواد سمیه تولید میگردند و بعضی از فلزات

دیگر همیشه جلای خود را دارند و خواص آنها زود تغییر نمیکند و بهمین

سبب آنها را فلزات گران بها نامیده اند مانند طلا و نقره پس اگر ظرفی

از فلزات اول ساخته شده باشد میتوان آنرا از ورقه نازکی از

طلا یا نقره بپوشانند تا بمجاورت هوا تغییر نکند و اینکار که باعانت

پیدا میکنند مطلا و مفضض کاری گویند مثلاً بجهة مطلا کردن جسمی
باید آنرا متصل بقطبهای مفتول منفی پیل پیاپی ولت و با قطبهای مفتول
ثانی تیغه طلا متصل نمود و پس از آن تیغه طلا و جسم مطلا کردنی را در
مایعی داخل نمود که طلا در آن بحالت محلول موجود است

۱۰ — الکترآمان — قطعه آهنی متعارف الشکل

نعل اسبی فرض میکنیم و پس از آن مفتول سیم که بر روی آن ابریشم
پیچیده باشند گرفته اول دور اطراف یکی از شعب آن قطعه آهن [illegible]
و پس از آن شعبه دیگر میرویم و هر دو آن نیز مفتول را اثنی بجسم حال اگر
یکی از دو طرف آن مفتول را با یکی از دو قطب پیل که مرکب از چند المان باشد
متصل کنیم و طرف دیگر مفتول را بقطب ثانی پیل بچسبانیم مشاهده
میشود که قطعه آهن مقناطیس شده و آهن را جذب مینماید و غالب این
تجربه را باعانت تیغه آهنی میکنند که از کمیت قلاب با آن متصل است
و بدان قلاب میتوان وزنه یا جسم دیگر را آویخت و بر حسب قوه پیل مقدار
قوه جاذبه تغییر میکند و ممکن است وزنی از آنها را که دو یا صد هزار کیلو باشند

حال اگر یکی از آن دو طرف مفتول را از قطب نظیر خویش جدا کنیم در فور
قطعه مجذوب جدا میشود و اثر مقناطیسی قطعه آهن تمام میگردد و اگر
مجدداً سر آن مفتول را بقطب نظیر خویش متصل نمائیم مجدداً حالت
جذب بروز میکند و تا رابطه مفتول با پیل منقطع گشت معدوم میگردد
در این تجربه اصلیه باید قدری بنظر دقت ملاحظه نمود پس فرض
میکنیم که دو انتهای مفتول فلزی بدو قطب نظیر پیل مربوط شده باشند
و انتهای مفتول در حقیقت از یکی از دو قطب پیل ابتدا میکنند و دور
یکی از آن شعب قطعه آهن پیچیده پس از آن دور شعبه دیگری پیچیده و
بدون اینکه هیچ انقطاعی در آن حاصل شود انتهای آن مفتول بقطب
دیگر پیل منتهی میگردد و در اینصورت واضح است که دو الکتریسیته پیل
چون مجتمع میکنند در مفتولهای وی داخل و با یکدیگر ترکیب میشوند
و در اینصورت میگویند که دوران برقرار است و فایده ابریشمیکه بر دور
مفتولها پیچیده اند اینست که مانع الکتریسیته شود و نگذارد که
داخل قطعه آهن گردد پس قوه مجهول است که بواسطه عایق بودن ابریشم

در تمام طول آن مفتول سیر نماید و در همان لحظه که کوران برقرار شد
قطعهٔ آهن خاصیت جاذبه را حاصل مینماید و تا مدتیکه کوران بر
قرار است جاذبه نیز موجود است ولی اگر مفتول هادی در یکی از نقاط
طول خویش منقطع گردد و یا یکی از انتهای آن از قطب پیل جدا
شود قطعهٔ آهن نعل فوراً جاذبهٔ خود را گم میکند و در اینصورت گویند
کوران منقطع است پس بطور خلاصه هر وقت کوران برقرار شد یعنی که
مفتول هادی بدون انقطاع از یکی از دو قطب پیل بقطب دیگر رفت قطعهٔ
آهن را جذب میکند و هر وقت که کوران منقطع شد حالت جذب ناپدید
میگردد این آهن را الکترآیمان گویند و وجه تسمیهٔ آن بواسطه اینست
که هر وقت کوران الکتریسیته در آن حرکت میکند در تمام آن
مدت آهن مغناطیس شده و همینکه الکتریسیته در آن حرکت
نکرد خاصیت مغناطیسی از آن سلب میشود

۱۱ — **تلگراف** — بزرگترین فوایدیکه از الکترآیمان به
بنی نوع انسان رسیده تلگراف است که در حقیقت بجهة انتقال
خیال

خیال مسافات را معدوم نموده و ما اصول قواعدیرا که حرکت
تلگراف مبنی بر آنهاست بطور مختصر بیان میکنیم الکترآیمانیکه در شعبهٔ آن
قائم شده مطابق این شکل ۱۰۵



با پیل مربوط است ما چنانچه [illegible] فرض میکنیم که پیل صاحب یک ...
باشد و انتهای آن تیغهٔ رو بروی ی و تیغهٔ سیمی ث است که در طرفی

فرو برده ایم و در آن طرف آب شل است در فوق الکترامان با طاقت
قدر ضعیف د قطعهٔ آهن ا را معلق نموده ایم و طول مفتول که بدو قطب
پیل متصل است مداخله در این تجربه ندارد و ممکن است که ده ذرع یا
۲۰ ذرع یا ۳۰ یا بیشتر از اینها باشد و بنابراین الکترامان ممکن است در
یک نقطه باشد و پیل در یک نقطهٔ دیگر شهر یا در یک طرف اطاق باشد و دیگری در
طرف دیگر و این فاصله در این تجربه نظیر فاصله ایست که کوران از شهری
بشهری محض رسیدن خبر باید سیر نماید پس در حالتیکه یک طرف مفتول
پیل را از دو قطب متصل است طرف دیگر آن را آزاد در دست نگاه داشته ایم
و چون کوران برقرار نیست قطعهٔ آهن ا بنفسه خود معلق است و از الکترامان
دور و جدا است و بمحض اینکه سر این مفتول را مجاور تیغهٔ خود کنیم فی الفور کوران
برقرار و آهن الکترامان مقناطیس شده قطعهٔ آهن ا را جذب میکند
و اگر نوبت و پشت سر هم مفتول را از تیغهٔ خود جدا و بعد باز مجاور نمائیم
حالت مقناطیسی الکترامان نیز متوالیاً ظاهر و مختفی میگردد و با سرعت
تمام قطعهٔ آهن ا متصل بروی الکترامان میخورد در آن آنیکه مفتول
با پیل

با پیل مجاور میشود قطعهٔ آهن مجذوب الکترامان میگردد و بمحض اینکه
مفتول را جدا نمودیم فی الفور قطعهٔ آهن جدا میشود و بالا میرود و سبب
این فقره اینست که سرعت حرکت الکتریسیته بسیار است چنانچه در
یک ثانیه الکتریسیته یازده یا دوازده مرتبه دور کرهٔ زمین را می پیماید
حرکت رفت و آمد قطعهٔ آهن ا بعینه و فوراً مطابق میشود با حرکت
رفت و آمد انتهای آزاد مفتول که باعث اتصال و انقطاع کوران
میگردید و همین حرکت آهن ا را ماخذ علامات تلگرافی قرار داده اند
مثلاً اگر فرض کنیم که یکجذب علامت الف باشد و دو جذب متوالی علامت ب
و سه جذب متوالی علامت ث و غیره در اینصورت میتوان با [illegible] نوشت چنین
الف و ب مطالب خود را باماکن بعیده رساند چنین الف و ب بجهت
کثرت عدد جذبهای متوالی که بجهة هر حرف باید مختلف شود خیلی وقت
میخواهد و مطلب را بسرعت نمیتوان فرستاد مع هذا رفع این عیب را بوسایلی
چند نموده اند که حال مشغول ذکر آنها میشویم در هر نقطه که باید مخابره را
فرستاده شود در هر شهر و تلگرافخانه موجود است یک تلگرافچی که خبر را

سفر سند و یا آنکه مطلب را بگیرد در تلگرافخانهٔ اول آن پیلهائی
موجود اند که بانت آنها کوران صیحی در مفتول هادی حرکت میکنند و اصل
عمل فرستادن مطلب این است که تلگرافچی باید بر وفق قرارداد مخصوصی
کوران را قطع و وصل نماید و آن تیر که بانت آن کوران برقرار و منقطع میشود
مانی پولاتر نامند در تلگرافخانهٔ دویم الکترامانی موجود است که بواسطه حرکت
کوران قطعهٔ آهنی را جذب مینماید این الکترامان و آن قطعهٔ آهن را که بواسطهٔ
حرکت رفت و آمد آن مطلب دستگیر میشود بهر شکل باشد ریسپتر
گویند یعنی مطلب گیر و بالاخره دو تلگرافخانه بواسطهٔ مفتولهای هادی
بیکدیگر مربوط شده اند

۱۲ — مفتولهای دو تیر تلگراف — در تفصیل فوق

چنانچه مقدم شد مفتول هادی باید دو مرتبه مسافت میان دو شهر را
بپیماید یعنی از یکطرف ابتدا کند و برود تا نقطهٔ مقابل و پس از آنکه دو مرتبه
شعبهٔ الکترامان پیچید مراجعت کند و به پیل منتهی گردد ولی از این دو مفتول
یکی لازم است و دیگری را میتوان حذف نمود و عوض آن طول زمین را در
زمین

زمین از دو تلگرافخانه سر مفتول را میتوان در زمین داخل نمود و در محل
مرطوبی آنرا منتهی کرد چنانچه در این شکل ع ۱۰۵ ظاهر است و در این

صورت کوران برقرار میشود از طرفی بواسطهٔ مفتول و از طرف دیگر بواسطهٔ
دو قطعهٔ مفتول طرفین و زمین که هادی خوبی است بجهة الکتریسته و بنا
بر این اتصال مفتولهای هادی با پیلها و الکترامان و با الکترامان
کامل است منتها اینست که بجای یکی از آن دو مفتول زمین قوه را میبرد
مفتولهای هادی بواسطهٔ تیرهائیکه فاصله بفاصله در زمین نصب میکنند
نگاهداشته شده ولی چون این تیرها هادی الکتریسته اند بخصوص
وقتیکه تر باشند پس باید قسمی نمود که مفتول در میان راه با آن تیرها
کار نشود و الا قوه در راه تلف میگردد بجهة این فقره مفتول را بر روی
قلاب مقعری از چینی قرار میدهند و آن فقره را به تیر میخ میکنند

و چون چینی عایق الکتریسته است مابین مفتول و چوب تیر رابطه
منقطع میگردد و مفتولهای تلگراف از آهن اند و بجهت آنکه زنگ
نزنند بکوزه روی در روی آنها کشیده شده

۱۳ـــ تلگراف مرث و مانی پولاتر

دستگاه تلگراف مرث صاحب ینگه دنیا که اکنون در همه جا
متداول است دارای مانی پولاتری است مطابق این شکل ۱۵۷

و آن مرکب است از صفحهٔ تخته که بر آن اهرم فلزی ك را چنان
قرار داده اند که در حول محوری در روی پایهٔ مسی س حرکت میتواند
کرد و وقتیکه بر روی دستهٔ پ فشار دهیم نوک ت پائین
میآید و متصل به پیچ ب میگردد و کورانیکه از پیل بواسطهٔ مفتول
ب آمده است از پیچ فلزی عبور نموده و بواسطهٔ پیچ ب و نوک
ت

ت و اهرم ك و پایهٔ س و پیچ ث داخل مفتول
تلگراف میگردد و در اینحالت کوران برقرار است و بنابراین در تلگرافخانه
منتهیا الکترامان آهن را جذب میکند و تا کوران برقرار است قطعهٔ آهن
بر الکترامان چسبیده و هر وقت که گوینده مطلب دست از دستهٔ پ
بردارد فنر د اهرم را بلند میکند و نوک ت از پیچ ب
دور میشود و کوران قطع میگردد در اینحین آن در تلگرافخانهٔ منتهیا خاصیت
مقناطیسی از الکترامان سلب و قطعهٔ آهن بواسطهٔ فنر خویش از آن
جدا میشود پس تلگرافچی گوینده خبر میتواند باعث این آلت بمیل خویش
کوران او صلت یا قطع نماید و علاوه بر آن میتواند که بواسطهٔ تغییر
مدت تکیه روی دستهٔ پ عبور کوران را طولانی یا قصیر نماید
وقتیکه در تلگرافخانه مبدا بخواهند جواب بگیرند مانی پولاتر را بحالت
خود میگذارند بواسطهٔ فشار فنر د نوک پیچ و نزدیک ا متصل و
مربوط به پیچ ا میگردد و آن پیچ بمفتولی است که به ریسیپتر تلگرافخانه
منتهی بواسطهٔ خط ث میآید داخل پیچ ث و پایهٔ س

و پیچ و و از آنده ا داخل و از آنجا داخل سیم میشود

۱۴ — دیسپتر — الکترامان در شعبه اشلی چنانکه در شکل (۱۹۸)

ظاهر است قائم قرار داده شده و قطعهٔ آهن ابدال به اهرم اع
د نموده اند که در حول محور ع میتواند حرکت کند یا از هر طرف این
اهرم منتهی بنوک مایل و شده و این نوک میتواند تکیه کند بر روی
باریکه کاغذ د که با جا یکدست کم ساعت سازی با کمال انتظام
از دور محور مخصوص خویش باز میشود و از جلو آن نوک عبور میکند
و از ما بین دو استوانه مادی ا و ب میکند و طرف دیگر اهرم
در حرکت نوسان خویش بواسطهٔ پیچ ق و ف محدود میگردد و
بنوبت بدان پیچها بخورد و بالاخره فنر د ببازوی اطول آن اهرم

نقر

متصل شده است و قتیکه کوران در الکترامان بواسطهٔ انقطاع
عبور نکند فنر د بازوی ع را بپائین میآورد و بازوی ع بلند میگردد
و بنقطه ت میرسد و در آنحالت نوک و مجاور باریکه کاغذ
نیست و کاغذ بلا هیچ علامتی رد میشود ولی همینکه کوران برقرار
شد نقطه ا با الکترامان مجاور شده و نوک و بلند میشود و بر
باریکه کاغذ فشار رسیده و بر روی آن خطوط کردی ارسم میکند
که طول آن طویل یا صغیر است بموافق آنکه مدت حرکت کوران زیاد
یا کم باشد و مدت حرکت کوران را در تلگرافخانه مبدا با علامت
مانی پولاتر زیاد یا کم میکنند یعنی مدت تکیه روی دسته را افزوده
یا نقصان مینمایند پس اگر چندین دفعه متوالی کوران قطع
و وصل شود و مدت حرکت کوران زیاد و کم گردد نوک اهرم
در روی باریکه کاغذ خطوطی چند رسم خواهد نمود که بعضی
طویل و بعضی قصیر اند و از یکدیگر بواسطهٔ فاصلهٔ سفیدی که نظیر انقطاع
کوران است جدا شده اند و از ترکیب این خطوط کوتاه و بلند الفبا را قرار داده اند

خطوطیکه با نوک اهرم در روی باریکهٔ کاغذ کود می افتد خواندنش
بازحمت است و بنا براین در این آلات با علامت استوانهٔ ن سطح این (شکل ۱۰۹)

که بمرکب چاپ آلوده شده و علی الاتصال با استوانهٔ دیگر ت مجاور است
و مرکب از آن بگیرد خطوط مذکوره را رنگین رسم میکند استوانهٔ ت
منبع مرکب است و چرخ ن بواسطهٔ ماشین با آن مرکب بگیرد و باریکهٔ کاغذ
که بواسطهٔ اسباب ساعت مقصد در حرکت است هر وقت که کوران
منقطع باشد با آن چرخ مجاور نمیشود و بمحض اینکه کوران برقرار شد
شعبهٔ پائین اهرم جذب الکترامان و شعبهٔ یسار و پشتهٔ پ بلند شده
باریکهٔ کاغذ را مجاور چرخ میکند و خطی کوتاه یا بلند بر حسب مدت
مکث

حرکت کوران از آن مجاور است نقش میشود

۵ — علامات تلگرافی دستگاه مرث —

دو نوع خط یکی بلند و دیگری کوتاه کافی اند نتیجه آنکه بواسطهٔ اختلاف
ترکیبات آنها جمیع حروف الف و ب را بنمائیم مثلاً در جدول ذیل
چند حرف را موافق علامات دستگاه مرث ثبت نموده ایم

ا — —

ب — — — —

ت —

وغیره

۶ — خطوط بحریه — وقتیکه مابین دو تلگرافخانه دریائی
موجود باشد مفتول را از مادهٔ عایقی مثل کوتاپرکا میپوشانند و جدار
آنرا با مفتول آهن بشکل مارپیچ می پیچند و آنرا در دریا میاندازند
تا بر کف آن قرار بگیرد و بزرگترین خطوط بحریهٔ آن خطی باشند که
در دریای محیط اطلس اروپا و ینگه دنیا را مربوط نموده اند یکی از آن

خطوط متعلق است بدولت فرانسه و خطوط دیگر بدولت انگلیس

فصل ششم در مقناطیس

۱ — مقناطیس طبیعی — از عهد قدیم کمی معدن آهنی که شبیه است بسنگ سیاه معروف بوده که خاصیت جذب آهن را داشته است و این خاصیت در آن جسم بطور دائم موجود و بدون اعانت و میل آهن را جذب مینموده و این سنگرا مقناطیس نامند و عوام آنرا آهن ربا گویند قدما این معدن را در حوالی یکی از شهرهای آسیای صغیر موسوم به مگنزی پیدا کرده اند و بواسطه قوهٔ جذب آن سنگرا مقناطیس نامیده اند و امروز مقناطیس طبیعی در بسیاری از مواضع دنیا استخراج میشود بخصوص در نروژ و سوئد که معادن بهترین آنها در آنجا است ولی بجهة تحقیق خواص مقناطیسی در اینزمان محتاج بمقناطیس طبیعی نیستند چرا که بجهة بظهور رسیدن خواص مقناطیسی در فولاد قواعد مختلفه اکنون در دست است مثلا باعانت بعضی قواعد دیگر فولاد را مقناطیس میتوان نمود

۲ — مقناطیس مصنوعی — آهن بواسطه اثر کوران

کوران الکتریسیته مقناطیس میشود و بمحض انقطاع کوران این خاصیت فی الفور از او قطع میگردد و چنانچه مذکور شد بنای تلگراف بر همین فقره است فولاد نیز بواسطه اثر کوران مقناطیس میشود و علاوه بر آن پس از انقطاع کوران آن خاصیت از او سلب نمیگردد

در دور لوله شیشهٔ مفتول سیمیرا بشکل مارپیچ بپیچیم و طرفین آنرا بدو قطب پیل متصل نمائیم تیغه فولادی **اب** را مطابق این شکل (۱۱۰) در آن لوله داخل مینمائیم پس از چند لحظه چون تیغه فولادیرا بیرون آوریم جذب آهن میکند و مقناطیس گردیده است و در اینحالت آنرا مقناطیس مصنوعی گویند

۳ — دو قطب هر مقناطیس — هر گاه تیغهٔ مقناطیسیرا خواه مستقیم باشد و خواه بشکل نعل در براده آهن فرو بریم می بینیم که براده آهن بشکل رشتهای طویل در اطراف حاشیهای تیغه میچسبد و هر چه از آن حاشیها بسمت وسط تیغه نزدیک میشود مقدار براده آهن کم میشود و در نزدیک

وسط تیغه اب ج بچسبیده است پس معلوم میشود که جمیع نقاط
تیغه مقناطیسی بیکدرجه دارای جذب مقناطیسی نمیشوند و آن دو نقطه را
که در آن نقاط مقدار قوه جاذبه مقناطیسی زیادتر است
قطب مقناطیسی گوئیم و آن خط منتصف تیغه را که در تمام نقاط آن
مقدار قوه مقناطیسی صفر است خط خنثی نامیم

۴ — امتداد عقربه مقناطیسیه — عقربه مقناطیسی
اب را در نوک ه و محور قایم د ث مطابق این شکل ۱۱۱

چنان قرار داده ایم که بانتها سوراخی که نوک محور در آن داخل شده
میتواند در حول این محور حرکت نماید و چون چنین عقربه را بحالت
خویش واگذاریم همیشه در امتداد معینی که قریب است با امتداد شمال و
جنوب میایستد و علاوه بر آن یکی از دو نوک همیشه بسمت شمال و نوک
دیگر

دیگر همواره بسمت جنوب متقابل است پس باید که در این دو نوک
یکشی مخصوصی باشد که اسباب تمیز آنها شده و الا لازم نبود که یکی
از آن دو نوک مخصوصاً منسوب بشمال و دیگری بجنوب باشد پس یکی
از دو نوک را شمالی آنکه بسمت شمال میایستد ج و دیگری را بحرف ش
مینمائیم و هر وقت در تیغه مقناطیسی قطب ج گفتیم معلوم میشود
که آن نوکیست که بسمت شمال میایستد بنابراین جمیع قطبهای
هم اسم بیکحرف نموده میشوند و قطبهای مختلف الاسم بدو حرف مخالف

۵ — جذب و دفع مقناطیسی — عقربه مقناطیسی را
بپایه قائم باعانت ریسمان میآویزیم مطابق این شکل ۱۱۲ و تیغه
مقناطیسی را مطابق این شکل ۱۱۳ معلق مینمائیم و پس از آن

تیغهٔ مقناطیس دیگر را در دست گرفته نوک آن را نزدیک نوک عقربه
می‌بریم در اینصورت دیده میشود که اگر دو قطب مجاور متحد الاسم باشند حالت
دفع پیدا میشود و نوک عقربه دور میگردد و همین نتیجه در دو قطب دیگر
نیز بدست میآید پس میتوان گفت که دو قطب متحد الاسم یکدیگر را دفع
میکنند حال اگر قطب ج را بقطب ش یا قطب ش را بقطب ج
نزدیک نمائیم قطب عقربه جذب میشود و نزدیک تیغهٔ مقناطیس
میگردد پس قطبهای مختلف الاسم یکدیگر را جذب میکنند

۶ — در باب اینکه زمین هم اثر مقناطیس دارد

عقربهٔ مقناطیسی را مطابق این شکل ۱۱۴ چون بحالت خویش واگذاریم
می‌بینیم که امتداد ثابتی پیدا میکند و همیشه دو نوک آن بسمت دو نقطه
ثابت افق میایستد و این مینماید که آن عقربهٔ مقناطیس را تیغهٔ
مقناطیسی مجاور فرض نمائیم که قطب مختلف الاسم عقربه بواسطهٔ قطب
آن مقناطیس جذب شده باشد و چنین مقناطیسی که باعث عقربه متحرک
گردد ممکن نیست چیز دیگری باشد جز کرهٔ ارض پس زمین را میتوان از ان
جهت

جهت یک مقناطیس بسیار بزرگی تصور نمود که بواسطهٔ اثر آن جمیع
عقربه‌های مقناطیسی امتداد میان شمال و جنوب را اختیار میکنند پس
این مقناطیس علی شان سایر مقناطیسها صاحب دو قطب است یکی
بسمت شمال و دیگری بسمت جنوب و چون اینند و نقطه که جمیع عقربه‌ها
بسمت آنها ممتد میگردند باصطلاح جغرافی قطب گویند لهذا باین
نسبت دو نقطهٔ مقناطیسیرا که در آنها قوه از همه جا بیشتر است دو قطب
مقناطیسی نامیده‌ایم و چون یکی از این دو قطب زمین را شمالی و دیگری را جنوبی
نامند بان مناسبت دو قطب این مقناطیس عظیم را نیز باسم همان خوانده‌اند
چنانچه گویند قطب مقناطیس شمالی و قطب مقناطیس جنوبی دو قطب مقناطیس
زمین بر دو قطب جغرافی آن منطبق نمیشود چنانچه قطب مقناطیس شمالی
زمین در جزیرهٔ بیل در شمال امریکای شمالی بفاصلهٔ ۱۸ درجه
از قطب جغرافیائی واقع است
پس چون بواسطهٔ اثر زمین تیغهٔ مقناطیس متحرک شد معلوم است
که دو قطب مختلف الاسم یکدیگر را جذب میکنند بنابراین آن قطب عقربه که

بسمت جنوب ممتد گردید قطب شمالی عقربه و آن قطب دیگر را که
بسمت شمال میایستد قطب جنوبی عقربه گویند

۷ — در عقربهٔ انحراف — هرگاه بر محور زمین
و خط قائم محل سطحی مرور دهیم و الی غیر النهایه آنرا ممتد فرض نمائیم
در آنصورت چنین سطحی را نصف النهار گوئیم چرا که چون آفتاب
در این سطح رسید در جمیع بقاع و اقطعه در آن سطح ظهرست چنین
نصف النهار را نصف النهار جغرافی گوئیم این نصف النهار در
امتداد شمال و جنوب ممتد است و بدو قطب جغرافی جو منتهی
حال اگر بر خط قائم محل و محور عقربهٔ مغناطیس متحرک که بواسطهٔ حرکت
زمین امتداد تغییر ناپذیر خود را اختیار نموده سطحی مرور دهیم و آنرا الی غیر
النهایه ممتد فرض نمائیم در اینصورت آن سطح را نصف النهار مغناطیسی
گوئیم نصف النهار مغناطیسی در امتداد شمال و جنوب نیست و با نصف النهار
جغرافی متحد نیست در آفاق بقدر ۱۸ درجه در مغرب نصف النهار جغرافی
واقع است و این زاویه که مابین دو نصف النهار احداث میشود انحراف

مغناطیسی

مغناطیس گوئیم و این زاویه تغییر پذیر است و با کمال بطوء سال
بسال تغییر میکند هر عقربهٔ مغناطیسی را که در حول محور قائمی حرکت نماید
عقربهٔ انحراف نامیم و بنابراین خطا است که بعضی مردم امتداد عقربهٔ
مغناطیسی را امتداد شمال و جنوب حقیقی تصور میکنند نوک جنوبی عقربه
درست محاذی شمال نیست بلکه محاذی نقطه ایست که ۱۸ درجه در مغرب
نقطهٔ شمال حقیقی واقع است شکل ۱۱۵ فرض میکنیم که اب مطابق این
عقربهٔ مغناطیس باشد پس ابتدا از نوک جنوبی ا ۱۸ درجه بسمت راست
دور میشویم و خط ج د را رسم مینمائیم تا امتداد
شمال و جنوب حقیقی بدست آید

۸ — قطب نما — عقربهٔ مغناطیسی
در امور و خیلی بسیار استعمال میشود در ملاحی و سیاحی
و غیره و در آنصورت عقربهٔ مغناطیس را که در جعبه نصب شده قطب نما گویند و بواسطهٔ
امتداد تغییر ناپذیر خویش عقربهٔ مغناطیس دلیل و هادی ملاحان گردیده
و ایشانرا به نقطه که میباید بروند هدایت مینماید و در کشتیها در طرف

عقب قطب نمای قرار رسیده هند که شخص محرک سکان در پهلوی آن قطب نما
واقع است و مطابق این شکل ۱۱۶ آنرا در جعبهٔ مخصوصی محفوظ
میدارند در روی صفحهٔ منقسمه که عقربهٔ مغناطیس میپیماید
خطی بموازات محور کشتی رسم نموده‌اند و آنرا خط وثوق نامند
و چون از بندری بیرون میروند باعانت نقشه‌های بحری
معین میکنند که زاویهٔ مابین خط مقصود و نصف النهار مغناطیسی چه
قدر است مثلاً فرض میکنیم که آن زاویه ۲۰ درجه بسمت چپ باشد پس در
تمام مدت حرکت عملهٔ سکان باید بقسمی سکان را حرکت دهند که ابدا
تغییر نپذیرد عقربه با خط وثوق زاویه ۲۰ درجه احداث نماید

۹ — در مقناطیس نمودن باعانت مقناطیس

نه تنها تیغهٔ فولاد را میتوان باعانت میلهٔ مقناطیس نمود بلکه باعانت
مقناطیس دیگر نیز همین عمل را میتوان کرد و سهل‌ترین وسائط آنست
که تیغهٔ فولاد را با تیغهٔ مقناطیسی مالش دهیم باینطور که با یکی از قطبهای
مقناطیس تیغهٔ فولاد را همیشه در یک جهت مالش دهیم در انتهای آن تیغه

تیغه که آخر مالش قرار داده شده صاحب قطبی خواهد شد که مختلف
الاسم است با آن قطب مالش شده اگر قطب شمالی مقناطیس را خواه طبیعی
خواه مصنوعی از چپ براست در روی تیغهٔ فولادی مالش دهیم در اینصورت
طرف راست تیغهٔ فولاد که از همه بعدتر مالش دیده قطب جنوبی است
و طرف چپ آن قطب شمالی

مقالهٔ چهارم در صوت

فصل اول

۱ — **موج آب** — در وسط حوض آبی سنگی
رها میکنیم همینکه بسطح آب رسید می‌بینیم که در اطراف آن سنگ امواج
مستدیره چندی ظاهر میشوند و این دوائر با کمال نظم تباعد یکدیگر
حرکت میکنند و رفته رفته بزرگ میشوند و پس از آنکه تا فاصلهٔ بعیدی
حرکت نمودند رفته رفته خفیف و عاقبت معدوم میگردند و با کمی دقت
سهل است شناختن اینکه جمیع این دوائر در حول نقطهٔ سقوط سنگ
صورت بسته‌اند بترتیب مرکب اند از یک برآمده که مستدیر و یک مقعر

ستدیر بطوریکه سطح آب که اول آرام و مسطح بود حال در بعضی از نقاط
ذرات آن بالاتر از سطح اول و در نقاط دیگر پست‌تر از آن سطح واقع
شده‌اند و چون جسم شناور خفیفی مثل پر کاهی بر سطح آب بیندازیم
بواسطهٔ حرکت آن حرکت آب بهتر مشاهده میشود و در آنحالت مشاهده میشود
میگردد که چون موجی با آن پر کاه رسد آنرا بلند میکند و هر یک از آن
تغییرات آنرا نازل مینمایند و علاوه بر آن دیده میشود که اگر چه حرکت
ظاهری موج سریع بنظر میآید مع هذا پر کاه بجای خویش مانده
و تغییر مکان پیدا نمیکند و از اینقرار واضح است که امواج حقیقةً
در روی سطح آب حرکت نمیکنند و چنین بنظر میآید پس معلوم میشود
که اینحرکت موجی قسمی است که در هر نقطه ذرات آب بلند میشوند و
فرود میآیند و تغییر مکان نمیدهند اینحرکت موجی اول در نقطهٔ سقوط
سنگ حاصل میشود و رشته رشته اینحرکت را بذرات مجاوره منتقل میکند
و از اینقرار هنگامیکه در یکی از نقاط سطح آب ساکنی حرکتی حاصل شد در
حول نقطهٔ مبدأ اینگونه موجی احداث میشود که بواسطهٔ آن ذرات آب بالا

میروند

میروند و پائین میآیند و از اینحرکت بر آمدگی و تقعیر مستدیر موج بنظر میآید

۲ — صوت و امواج صوتی — در هوا بواسطهٔ
حرکت شایسته ممکن است مانند آب تموجی حاصل گردد و هر طبقهٔ هوائی
حرکت موجی پیدا نموده در حول وضع اصلی خویش حرکت تموجی
کند اگر چه امواج متحد المرکز را که بواسطهٔ اینحرکت حادث میشوند نمیتوان
دید ولی آنها را میتوان شنید چرا که سبب صوت همان امواج است و مناسبت
اینکه طبقات مختلفهٔ هوا مانند طبقات آب موج میزنند و صدا
احداث مینمایند حرکت آن طبقات را موجی نامیده‌ایم و تموج صوت
عبارت از آن حرکات موجی است که در هوا پیدا شده باعث احداث صوت میگردد

۳ — صوت در خلأ منتشر نمیشود — واضح است
که بدون وجود آب موج آبی ممکن نیست پس همانطور بدون وجود امواج
هوائی و بنابراین انتقال صوت ممتنع بود و بدون کرهٔ هوا صوت
موجود نمیشد و سطح کرهٔ زمین در سکوت تامی فرو میرفت و تجربهٔ
ذیل اینمطلب را اثبات مینماید در مرکز کرهٔ بلوری زنگیرا بسیمانی

معلق بیاویزیم و اگر جابجا حرکت دهیم صدای زنگ مسموع میشود
اگرچه کره بلوری از همه طرف بسته شده باشد چرا که بواسطه حرکت موجی
هوای داخله هوای خارجه از وراء سطح کره حرکت موجی پیدا میکند
و صوت بگوش میرسد و اگر باعانت اسباب تخلیه هوا هوای جوف
کره بلوری را خارج نمائیم هرچه زنگ حرکت کند صوتش بما نخواهد
رسید و از اینجا معلوم میشود که وجود هوا بجهة انتقال صوت لازم است
حال اگر تدریجاً هوا داخل آن ظرف کنیم رفته رفته صوت زنگ نیز بگوش میرسد

٤ - حرکت ارتعاشی اجسام صوتی

بجهة احداث حرکت
موجی و رساندن صدا لازم است که بواسطه تصادم جسمی در یکی از
نقاط جسم صوتی حرکت حادث شود پس بجهة احداث صوت باید حرکت
سریع رفت و آمدی در ذرات آن جسم بظهور رسد و این حرکت رفت و آمد را
میتوان بخوبی تصور کرد از زنگها آنچه که مشغول زدن باشند این حرکت
رفت و آمد سریع را حرکت ارتعاشی نامیم و اگر در وقتیکه جسمی مشغول این حرکت است
دست باو بزنیم فوراً احساس یکنوع ارتعاشی میکنیم که سبب آن

و اگر

حرکت ارتعاشی جسم است و اگر انگشت را در سطح جسم تکیه دهیم حرکت
ارتعاشی منقطع و صدا اتمام میگردد و کافیست که گیلاس بلوری را با
ضربه بصدا آوریم و محسوساً ببینیم که صوت بواسطه حرکت ارتعاشی
گیلاس حاصل میشود بواسطه آرشه ویا بانگشت ب ث سطح این گیلاس (شکل ۱۱۷)

میتوان این فقره را محسوستر نمود بانیکه گلوله را بریسمانی بیاویزیم و چنانچه
در شکل ظاهر است یکی از دو شعبه دیاپازن را مجاور آن گلوله قرار بدهیم

و هنگام ارتعاش گلولهٔ مذکوره جدا میشود و بعد نزدیک میگردد
و تصادم توالی احداث میشود

۵ ــ سرعت صوت در هوا

ــ صدا چنانچه قبل مذکور شد حاصل میشود بواسطهٔ حرکت تموجی هوا و این حرکت باو منتقل شده است بواسطهٔ حرکت ارتعاشی جسم صوتی این حرکت شبیه است بحرکتیکه باعث امواج مستدیره میشود در روی سطح آبیکه یک از نقاط آن بجنبش آمده باشد و چون این جنبه منتشر شده و دور شدن از مرکز احداث حرکت امواج مایعه تنها لازم دارند چنانچه بچشم میتوان حرکت آنها را ملاحظه نمود و سرعتی جنبه آنها قیاس کرد پس امواج صوتیه هوائی نیز چنان میکنند و یکی از معلومات مهم مسئلهٔ صوت تعیین سرعتی است که با آن سرعت از نقطه بنقطهٔ دیگر منتقل میگردد
و این سرعت را میتوان اینطور بیان نمود

هرگاه گوش کنیم بصدای در رفتن یکی از اسلحه های آتشی که در فاصلهٔ بعیدی از ما آتش کرده باشند همه کس میداند که اول روشنائی

دوود را می بینیم و پس از آن صدا را می شنویم و آنمدت هرچه شخص دورتر باشد بیشتر است چون صدا بعد میرسد و انفجارات که سرعتش کمتر است مثلاً اگر فرض کنیم که مدت مابین رؤیت برق و جرقه
و هنگام استماع صوت ۱۰ ثانیه باشد در اینصورت چون فاصله را اندازه بگیریم ۳۴۰۰ متر خواهد بود بنابراین صوت در هوا
۳۴۰ متر را در یک ثانیه می پیماید

باید ملاحظه نمود که در این مسئله سرعت نور را حساب نکردیم و سبب اینست که بواسطهٔ زیادتی سرعت فاصلهٔ ۳۴۰۰ متر را در مدت غیر محسوسی طی میکنند چنانچه میتوان فرض نمود که رؤیت برق و احداث آن در یک لمحه شده اند

۶ ــ انتشار و سرعت صوت در اجسام دیگر غیر از هوا

نه تنها در هوا صوت منتشر میشود بلکه در جمیع اجسام مادی چه کائنات جامد و چه کائنات سیال و جامد باشند منتشر میگردد چنانچه غواص در زیر آب اصواتیرا که در سواحل احداث میشوند میشنوند و ماهیها صداهای پای

ما را می‌شنوند و از بابت تیر اغلب قبل از دیدن شخص از همان
صدای پا فرار میکنند و در حالتیکه گوش خود را با تهای چوب
بلندی بچسبانیم و شخص دیگر انتهای دیگر آن چوب را با نوک سنجاقی
بخراشد این صدا اگر چه آنقدر ضعیف است که شخص خراشنده خود
نمیشنود و اگر بشنود بسیار بزحمت و صعوبت خواهد بود مع هذا
در آنطرف تیر صدا بخوبی مسموع میگردد و اگر شخص گوش خود را
بزمین بچسباند صدای توپ را از فاصله می‌شنود که بواسطه هوا ممکن
نیست پس معلوم میشود که صوت در اجسام جامده بهتر منتشر میشود
تا در هوا و اجسام مایعه نیز همانطور اند در آب صوت ۱۴۳۵ متر را
در یک ثانیه می پیماید و در آهن ۳۵۷۰ متر را و این در حقیقت
ده برابر و نیم بزرگتر از مسافتی است که صوت در هوا می پیماید

۳ — جامع الصوت و لوله صوتی و ناقل الصوت

اشخاصیکه قوه سامعه شان کم است بجهت شنیدن آلتی استعمال
میکنند معروف بجامع الصوت و آن عبارت از لوله ایست بشکل مخروط

مستدیر

مستدیر ناقص که قاعده اصغر آنرا بگوش تعبیه میکنند و قاعده
اعظم آن بخارج و همه کس بالطبع بجهت شنیدن صوتی دور یا دست
خود را خمیده در بن گوش نگاه میدارد و در حقیقت یکنوع جامع
الصوتی ترتیب میدهد آنچه از امواج هوا اینکه داخل دهانه اعظم
جامع الصوت شده اند طبقات هوای جوف آنرا رفته رفته متموج
مینمایند و چون این طبقات رفته رفته کوچک میشوند سرعت حرکت
تموجی بیشتر میشود و صدا استماع میگردد

ناقل الصوت آلتی است که استعمال میکنند بجهت اینکه صدا را
بمسافات بعیده برسانند و این نوع آلات مرکبند از لوله که از
حلبی که یکذرع تقریبا طول دارد و یکطرف آن مانند شیپور باز شده
طرف دیگر دارای ثقبه ایست که اطراف لبها را میگیرد و در داخل فضای
آن با آزادی حرکت میکنند بجهت اینکه دلیل اثر این آلت را بفهمیم باید ملاحظه
نمود که چون هوا در ابتدا بواسطه صدای انسان متموج شد بواسطه
اطراف آن لوله محدود است و عوض اینکه حرکت خود را تمام هوای

مجاور منتقل کند همان ستون هوای جوف لوله منتقل خواهد نمود
پس ستون هوای جوف لوله با قوت تر و شدیدتر متموج میشود و همان
حرکت هوای خارج را بسرعت متموج میکند

امواج صوتیه همانطور که در باب امواج مستدیرهٔ آب ذکر نمودیم هرچه
دورتر میشوند بزرگتر میگردند و بنابراین آن طبقه هوائیکه مجاور آنهاست
و باید متموج نمایند رفته رفته بزرگ میشود و از این قرار از حرکت اصلیه
کاسته میشود و بالاخره تا فاصلهٔ از نقطه مبدء صوت تمام میگردد و اما
اگر طبقهٔ هوای متموج حرکت خود را بطبقه میداد که هم حجم او باشد
و آن طبقه بطبقهٔ دیگر که همان حجم را داشته باشد و همچنین تا آخر در این
صورت از قوت صوت میکاست و حرکت اصلیه بدون تغییر قدرت
منتشر میگردید چنانچه یکی از علمای فرنگ این تجربه را با لولههای آب
پاریس نمود و در فاصلهٔ ۱۰۰۰ ذرع با کمال آهستگی صدای شخص
استماع میشد چنانچه خود آن شخص میگوید حرف بقدری واضح بود که
بتجربه شنیدن آن هیچ چاره جز حرف زدن نداشتیم.

در عمارات چندین طبقه بزرگ اینجا حیث لولهها را که از قوت
صوت نمیکاهند و آنرا بفاصلههای بعید نقل میکنند بکار
میبرند چنانچه از هر طبقه بطبقهٔ دیگر در صحن دیوارها لولههای حلبی
چندی کشیده شده اند که باعانت آنها از هر طبقه بطبقهٔ دیگر
حرف میزنند و شک این میماند که شخص متکلم در همان محلات
که صدای آنرا می شنوند

۸ــ انعکاس صوت

ــ دوباره رجوع میکنیم
بمثال قبل یعنی بموج سطح آب که بواسطهٔ سقوط سنگ احداث
شده باشد و در اینصورت اگر سطح آب منتهی بدیواری شده باشد
مثل حوض در اینصورت امواج مستدیره همینکه بانتها بدیوار رسیدند
برمیگردند و در جهت مخالف سمت نقطهٔ سقوط حرکت میکنند و در اثنای حرکات
دوائر متموج در سطح آب متحرک است که بعضی از نقطه مبدء بسمت
دیوار حرکت میکنند و برخی در جهت مخالف و جمیع این امواج با یکدیگر
تقاطع میکنند و هرگز مخلوط نمیگردند و نظم حرکت یکدیگر را مغشوش

نمی‌نمایند و آن امواجی که از دیوار بسمت نقطه مبدأ مراجعت میکنند امواج منعکسه گویند
امواج هوائیکه سبب صوت شده مانند امواج آب هستند که بمانعی برخورد
شد دیوار یا تخته سنگ یا تپه منعکس میشوند و در آنحالت علاوه
بر صدای مبدء اصلی که بواسطه خود امواج استماع میشود صدای دیگر
بواسطه امواج منعکس مسموع میگردد حال ببینیم که شخص بچه فاصله
باید از آن مانع منعکس کننده واقع شده باشد تا صدای موج
مستقیم و موج منعکس با یکدیگر مخلوط نگردند یعنی که بتوان جدا
از یکدیگر صوت اصلیه و صوت منعکسه را شنید واضح است که هر قدر
شخص تند حرف زند در هر ثانیه بیش از ده صدا خارج نمیتواند کرد
پس هر صدائی اقلا یکدهم ثانیه لازم دارد بجهة اینکه از دهان
بیرون آید و در اینمدت امواج صوتیه ۳۴ ذرع طی میکنند پس
اگر در وسط اینفاصله یعنی به بعد ۱۷ ذرع مانعی موجود باشد صدا
بجهة رسیدن بان و مراجعت بمبدا یکدهم ثانیه مدت لازم خواهد
داشت و بنابراین صدای اصلی خارج و مسموع شده است آنوقت

صدای

که صدای منعکس شروع بمسموع شدن مینماید و در چنین حالت
هر صدائی بلا فاصله واضح مکرر خواهد گردید ولی اگر مانع در دو
یا سه یا چند برابر اینفاصله واقع شده باشد دو یا سه یا چند صوت
متوالیا بعد مکرر خواهد شد ولی در صورتیکه فاصله کمتر از ۱۷ ذرع
باشد انعکاس صوت مشخص ممکن نیست چراکه صدای منعکس با صدای
اصلی مخلوط بگوش میرسند و یکصدا شنیده میشود معهذا چون در
صدای منعکس جزئی تعویقی موجود است طول صدا افزوده میشود
و در اینحالت که عوام گویند صدا می پیچد بعضی انعکاسها را
متکاثره مینامند چراکه یکصدا را چندین مرتبه مکرر میکنند و سبب
اینستکه چندین مانع موجودات و امواج صوتی پس از انعکاس
از آنها بمحل سامع عبور مینمایند

و **حرکات ارتعاشیه** — جسم صوتی حرکت رفت و آمد
خود را بهوا منتقل میکنند و در هر ارتعاش یکموج هوائی صورت
میبندد پس اگر این ارتعاش سریع باشد امواج حاصله از آن قصیر

خواهند بود چرا که مدت احداث آنها قلیلتر است و اگر ارتعاشش بطی باشد چون مدت احداث موج طویلتر میگردد وسعت آن امواج نیز عظیم میشوند و طول موج سبب این خاصیت صوت است که آنرا صوت زیر و گاه بم گویند و بنابراین هرچه امواج طویلتر باشند بم تر است و هرچه قصیرتر باشند زیرتر از آنجائیکه سرعت حرکت ارتعاشیه جسم صوتی باعث طول موج میشود و درجه بلندی صوت نیز مربوط بطول موج است پس معلوم میشود که هر قدر جسم صوتی سرعت حرکت ارتعاشیش بیشتر باشد صدا زیرتر است

عده ارتعاشهای لازمه بجهة احداث اصواتیکه گوش ما بآن معتاد است بیش از آن است که تصور میکنیم چنانچه بم ترین صدائیکه از حلق انسان بیرون آید نظیر ۱۳۰ ارتعاش است و زیرترین اصوات انسان در هر ثانیه صاحب ۲۰۸۸ ارتعاش و باید دانست که یکشخص معین ممکن نیست هرگز صاحب این دو صوت طرفین گردد چنانچه بجهة صدای زیر یا صدای بم حنجرهای مخصوص لازم است

لازم است از یک حیثیت میتوان گفت که گوش از آلات صوت کاملتر است چرا که باعانت گوش ما میتوانیم حس صداهای زیر و بم را بکنیم که با آلات صوت خویش بظهور رسانیدن آن اصوات ممتنع است چنانچه اگر گوش عادی باشد میتواند استماع کند و حس نماید صوت بمی را که نظیر ۱۶ ارتعاش و صوت زیری را که نظیر ۱۳۰۰۰ ارتعاش است

۱۰ – قاعدهٔ ترسیمی بجهة تعیین عدهٔ ارتعاشها

در این موضع مسئله طرح میشود و آن اینست که چگونه در مدت قلیل یکثانیه میتوان عدد ارتعاشها را معین نمود و واضح است که هر قدر شخص شدید بشمارد در یکثانیه بیش از ده نخواهد شمرد پس بواسطه نگاه کردن عدد ارتعاشهای اجسام را ممکن نیست معین نمود چرا که حرکت آنها بسیار سریع است پس آلات چندی اختراع نموده اند و باجسام صوتیه مربوط میکنند و خود آن اجسام باعانت آن آلات عدد ارتعاشهای خویش را ثبت مینمایند و ما بسیطترین آن آلات را ذکر میکنیم

دیاپازن اب ث مطابق این شکل ۱۱۸ [illegible]

شده است که صدای آن همان باشد که مقصود تعیین عدد ارتعاشهای
اوست یکی از شعبهای و مانند **ب** دارای نوک دقیقی است و در زیر آن
نوک صفحه از شیشه که با دوده روی آن را سیاه نموده اند از تحت بفوق
با حرکت سیار منظمی حرکت میکند و این حرکت صعودی صفحه بواسطه یک
ساعت سازی است همینکه دیاپازن شروع بارتعاش نماید نوک
ب در روی صفحه سیاه خط مارپیچی رسم میکند که هر یک از اجزاء
مستقیمه آن نظیر یک ارتعاش آن باشد و نیز اگر بعد از آنکه چندین
ثانیه دیاپازن حرکت ارتعاشی نمود باعانت ذره بینی اجزاء خط
شکسته مرسومه را شماره نمائیم عدد ارتعاشهای نظیر آن مدت بدست میاید

۱۱ — اسامی نتهای گام — یکی از کشیشهای
مائه یازدهم موسوم به گوئی دارز صاحب علم نوشتن آوازها را
که اکنون در عصر ما متداول است اختراع و متداول نمود و بجهة هر صوت
اصلیه که نت میخوانیم اسم کوتاه پر صدائی قرار داد و ما در جدول
ذیل بترتیب اسامی هفت نت را با عدد ارتعاشهای نظیر آنها مینویسیم

دو	رِ	می	فا	سُل	لا	سی
۵۲۲	۵۸۷	۶۵۲	۶۹۶	۷۸۳	۸۷۰	۹۷۸

۱۲ — مقیاس موسیقی — حال اگر در جدول
فوق که اسامی هفت نت اصلی بوده و ما گام نامیدیم هر یک از
اعداد فوق را در دو ضرب کنیم حاصل ضرب عدد ارتعاشهای همان
نت خواهد بود در اکتاو فوقانی و از هر اکتاوی باکتاو بالاتر
از آن میتوان رفت مشروط بر اینکه عدد ارتعاشهای نظیر هر
نت را ضعف نمائیم و بالعکس اگر اعداد جدول فوق را بدو قسمت
کنیم خارج قسمتها عدد ارتعاشهای نتهای نظیر اکتاو تحتانی
خواهد بود و از هر اکتاوی باکتاو پائین تر باهمین قاعده میتوان
رسید یعنی بطور مجمل ضعف عدد ارتعاش نظیر یکی از نتهای هر اکتاو
نت هم اسم او است در اکتاو فوقانی و نصف نت هم اسم او در اکتاو تحتانی

۱۳ — فاصلهای موسیقی پرده و نیم پرده
عدد ارتعاشهای نظیر هر نت آنقدر بزرگ کنند که نسبت مابین آنها

بنظر نمیتوان دید پس عدد ارتعاشهای دِ را بر عدد ارتعاشهای
دُو تقسیم میکنیم تا کسر ۹/۸ بدست آید و از این کسر معلوم میشود
که چون دِ ۹ دفعه حرکت ارتعاشی کند دُو ۸ دفعه خواهد نمود
و این کسر را فاصلهٔ موسیقی دُو از دِ گوئیم بهمین قاعده فاصلهٔ
دِ از مے حاصل میشود در صورتیکه عدد ارتعاش مے را بر عدد
ارتعاش دِ قسمت نمائیم و حاصل میشود ۱۰/۹ پس در مدتیکه مے ده
ارتعاش میکند دِ ۹ ارتعاش خواهد نمود و بهمین ترتیب معلوم
میشود که فاصلهٔ مے از فا ۱۶/۱۵ است و فاصلهٔ فا از سُل ۹/۸
و فاصلهٔ سُل از لاَ ۱۰/۹ و فاصلهٔ لاَ از سی ۹/۸ و بالاخره فاصلهٔ
سی از دو که بعد آید ۱۶/۱۵ و جدول ذیل شامل اینفواصلات است

دُو دِ مے فا سُل لاَ

۹/۸ ۱۰/۹ ۱۶/۱۵ ۹/۸ ۱۰/۹

سی دو سه عدد بترتیبی که در جدول فوق
۹/۸ ۱۶/۱۵ تکرار شده‌اند در رشتهٔ فاصله‌های موسیقی
ازاینها

از اینها حاصل شده و آن سه عدد ۹/۸ و ۱۰/۹ و ۱۶/۱۵ است
دو عدد ۹/۸ و ۱۰/۹ بزرگترند و اختلاف مابین آنها کم است
ولی عدد سیم یعنی ۱۶/۱۵ کوچکتر است و اختلافش با دو عدد دیگر
زیادتر است و نسبت ۹/۸ و ۱۰/۹ را پرده گویند و نسبت ۱۶/۱۵
را نیم پرده پس معلوم میشود که گام مرکبست از پنج پرده یک نیم
پرده و سه پرده و یک نیم پرده چنانچه از جدول ذیل معلوم میشود

دو رِ می فا سل لا سی دو

پرده پرده نیم پرده پرده پرده پرده نیم پرده

۱۴ — آلات موسیقی

آلات موسیقی بر سه
نوعند آلات سیمی یا تاری و آلات بادی یا هوائی در آلات سیمی
کلیهٔ حرکات ارتعاشی صوت حاصل میشوند از ارتعاش تارها حاصل میشوند
از ارتعاش تارهائیکه بواسطهٔ مالش یا ناخن یا ضغطه بحرکت در آیند
و صوت حاصله هر قدر طول تار بیشتر باشد و قطر آن زیادتر باشد
و کمتر ممتد شده باشد و وزن مخصوصش بیشتر باشد بمتر است و بالعکس



هرچه تار کلفت‌تر و کوتاه‌تر و ممتدتر و کم‌وزن‌تر باشد صوت حاصله از آن
زیرتر است و در حالتیکه مثلاً چهار تار داشته باشد واضح است که از آن
چهار تار چهار صوت بیشتر حاصل نمیشود مگر آنکه شخص ساززن بواسطه
انگشتهای دست چپ اندازه طول تارها را کم کند و اصوات مختلفه حاصل نماید
و اگر این چهار تار در روی صفحه تخته ممتد شده باشند اصوات ضعیف
غیر مطبوع از آنها حاصل خواهد شد ولی در آلات موسیقی اصوات حاصله
بقدر کفایت قوی و مطبوع‌اند پس معلوم میشود که در آلات تاری
نه تنها تارها باعث احداث صدا میشوند بلکه در هر یک از این آلات
بر دسته کاسه نیز موجود است مملو از هوا و اینکه کاسه از طرف
فوقانی مربوط است به خرک که حرکت ارتعاشی سیمها بکاسه و
از آن بهوای جوف آن منتقل می‌نماید و بنابراین بر حرکت ارتعاشی تارهای
ساز حرکت کاسه و هوای جوف آن نیز منضم میگردد و صدا قوی میشود
در آلات هوائی هوا متحرک بحرکت ارتعاشی میگردد باعانت دهانه
مخصوصیکه در آن میدمند و این نوع دهانه‌ها یا دهانه نی است

و یا دهانه

و یا دهانه بانش که باصطلاح عوام قمیش گویند
شکل ۱۱۹ مقطع لوله صوتی که دهانه آن شکل دهانه نی است
هوا از مجرای پ ی داخل میشود و از شکاف تنگ بیرون
می‌آید و در مقابل آن سطح مورب قرار داده شده که هوای متحرک
باز از سطح ملاقات منفذ خارج میگردد و بواسطه تصادم هوا
حرکت ارتعاشی احداث شده و ستون هوای جوف لوله منتقل
میگردد و وقتیکه مثلاً در کلید سوراخی بدمیم صدائی احداث میشود
و در اینجا شکاف دقیق فاصله ما بین لب و سطح مورب آن جزئی از دهانه
کلیدات که هوا با آن ملاقات می‌نماید
لوله‌هائیکه دهانه آنها بانش است مرکب است از سه جزء یکی مجرای
هوای ب مطابق این شکل ۱۲۰ و آن مجرائیست که باعانت دم هوا
از طرف تحتانی داخل آن میشود دیگری خود نش ع است که مجرای
متصل شده و دیگر لوله ا آنش مرکب است از شیار ت که از آن
شیار هوای مجرای هوا در لوله داخل میگردد و از تیغه فلزی که

که زبانه گویند و در مدخل شیپور قرار داده شده و بواسطهٔ اثر هوای
متحرک مرتعش میگردد و بالاخره تیغهٔ فلزی (د د) که گوشک گوییم
و فایدهٔ آن این است که بواسطهٔ فرو رفتن و بیرون آمدن بر زبانه
تکیه نموده حجرهٔ قابل ارتعاش آنرا قصیر یا طویل مینماید و صوتیرا
که میخواهد احداث میکند دقره نی از این قبیل آلات است و آلت نی
در اینجا مرکب است از تیغه‌ئی که بواسطهٔ دمیدن مرتعش میشود و فشار
لب بجای گوشک است و بواسطهٔ آن فشار حجرهٔ قابل ارتعاش آنرا
قصیر و طویل مینماید

مقالهٔ پنجم در نور

فصل اول در انتشار نور و انعکاس

۱ - نور و ظلمت — ظلمت وجود خارجی ندارد
و در حقیقت حجابی نیست که مانع رویت اشیاء گردد و میتوان گفت
که ظلمت نه اینکه چیزی است اضافه بر مکان بلکه در هر موضع تاریک اجزای
ناقص است یعنی عدم وجود نور را ظلمت گوییم مثلاً در شب ... نیست که

هیچ

هیچ سبب خارجی موجود شده و با آن واسطه اشیاء مرئی نگردند بلکه
همان فقدان نور عبارت از ظلمت است همانطور که برودت چیز
دیگری نیست جز فقدان حرارت ظلمت نیز چیز دیگری نیست جز
فقدان نور و چنانچه غالب در السنه و افواه میگویند ظلمت غلیظی فلان
موضع را فرا گرفته باید دانست که این عبارت بی‌معنی است چرا که ظلمت علی‌الاطلاق
وجود خارجی ندارد و بنابراین خاصیت غلظت و رقت بر آن
نمیتوان نمود و رویت شیئی نه تنها این است که چشم را بسمت آن توجه
نماییم بلکه علاوه بر آن لازم است که نور اکتسابی شیئی نیز در چشم ما
داخل گردد و همانطور که از جسم مصوت صوت بگوش ما متوجه میگردد
از اشیاء مستضیئه نیز نور بسمت ما بیاید پس هر جسمی بجهت اینکه
مرئی باشد باید نور بجانب ما فرستد و بنابراین نور اگر با باشد
و اگر از جسم نور بسمت ما نیاید مرئی نخواهد بود و در آنصورت گوییم
جسم در ظلمت است همانطور که اگر امواج صوتی بگوش ما نرسند استماع
هیچ صوتی را نکنیم پس ظلمت نسبت بنور مثل سکوت است نسبت

بصوت و بنابراین میگوئیم که نور انگیزی است که باعث رؤیت
اشیا میشود و ظلمت عبارت است از فقدان نور

۲ — منابع نور — در اطاق مسدودی که هیچ
روشنائی خارجی داخل آن نگردد اگر چراغی روشن کنیم آن چراغ
بواسطهٔ انواریکه باطراف خویش میفرستد مرئی خواهد بود و علاوه
بر آن اجسام واقعه در آن اطاق روشنائیرا که از چراغ بآنها
رسیده بجانب ما روانه میکنند و مرئی میگردند و در حقیقت اینفقره
بس انعکاس صوتیست که چنانچه مذکور شد باعث تکرار صوت میگردد
بنابراین اجسام را بدو طبقهٔ مختلفه قسمت نموده اند یا اجسام مضیئه
و دیگری اجسام مستضیئه یعنی آنهائیکه نوری از خارج کسب نموده اند
و آنرا بجانب ما میفرستند اجسام طبقهٔ اولرا منبع نور نامند چرا
که بخودی خود مرئی اند و نور خارجی لازم ندارند مثل آفتاب و
ثوابت و شعله و چراغ و فلزات سرخ و غیره اجسام طبقهٔ ثانی
همیشه مرئی نیستند و بجهة مرئی بودن آنها نور خارجی لازم است که کسب نمایند
بآنها .

بجانب ما روانه نمایند و اغلب اجسام ارضیه ازین قبیلند

۳ — انتشار مستقیم الخط نور — نور در امتداد
خط مستقیم حرکت میکند مشروط بر آنکه طبیعت موادیکه نور از آنها
عبور میکند تغییر نپذیرد و چنانچه بعد مذکور خواهد شد هنگامیکه نور از مایهٔ
بمایهٔ دیگر داخل گردید امتداد حرکت آن تغییر میدهد و امتداد دیگری اختیار
و اینفقره را انکسار شعاع مینامیم بجهة اثبات اینکه امتداد انتشار نور در مایهٔ
واحده مستقیم الخط است میتوان چندین صفحه که سوراخ نمود
در میان چشم و جسم قرار داد و آنوقت معلوم میشود که تا جمیع آن سوراخها
در روی خط واحد مابین چشم و جسم قرار نگیرند رؤیت جسم ممتنع است
و از طرف دیگر همه کس شخصاً دیده است که چون از سوراخ اطاق تاریک
نور داخل شود ذرات معلقهٔ در هوا روشن شده امتداد مستقیم نور مرئی
و محسوس میگردد هر خط مستقیم را که نور در امتداد آن سیر میکند شعاع
نامیم همیشه از جسم منیر الی غیر النهایه شعاع باطراف منتشر میگردد

۴ — سایه — نور بواسطهٔ انتشار مستقیم الخط خود هنگامیکه جسم

کثیفه رسید منقطع میگردد و بنابراین در وراء جسم کثیف فضائی
عاری از شعاع میماند و اگر اشعهٔ غیر منقطعه با جسم کثیف تلاقی نموده ملاقات
نمایند جمیع سطح آن جسم را روشن میکنند جز آن نقاطیکه جسم کثیف
اول باعث انقطاع اشعهٔ آن نقاط شده و آن موضع را تاریک
می بینیم سایه نامند و نباید اشتباه نمود که سایهٔ ظلمت مخصوصی است که
از جسم باعث احداث آن شده بلکه بواسطهٔ عدم اشعه در وراء جسم وسعتی
خالی از نور باقی مانده

حال اگر منبع نور را نقطهٔ هندسی فرض کنیم بجهة تعیین وسعت ظل
کافی است که مطابق این شکل (۱۲) از نقطهٔ منیره مماس ب ث
را بر جسم کثیف ب رسم نمائیم و چنین تصور کنیم که آن خط مماس
در اول

در حول نقطهٔ منیره دوران نماید جمیع اوضاع ممکنه تماس را اختیار کند
در اینحالت سطح مخروطی احداث میشود که راس آن نقطهٔ منیره است
و سطح منحنی آن مماس جسم مستنیره و حال اگر تصور کنیم آن فضائی
را از جسم اینمخروط را که در وراء جسم واقع است می بینیم که هیچ شعاعی
در آن فضا موجود نیست و اینفضا را مخروط ظل نامیم و منحنی تماس
اینمخروط در روی جسم مستنیر فصل مشترک جزء روشن و تاریک
آن جسم است و اگر در عقب اینمخروط جسمی قرار دهیم سطح فصل مشترک
مخروط و آن جسم را سایهٔ جسم مستنیر گوئیم و اندازهٔ آن بدست میآید

۵ — شبه ظل — در نمره قبل فرض نمودیم که منبع
نور نقطهٔ هندسی باشد و در اینحالت سایه و روشنائی در کمال تمیز
از یکدیگر جدا هستند ولی اگر جسم نورانی صاحب الابعاد باشد پس از
ظل وسعتی موجود است که بعض اشعهٔ جسم بر آن میتابند و روشنائی
آن وسعت ضعیف است از آن نقاطیکه تمام نقاط جسم منیره بدان میتابد
و از اینقرار تبدیل سایه بروشنائی کاملاً یکمرتبه نمیشود بلکه بتدریج از

تیره کی سایه کاسته و بر روشنائی آن افزوده میشود تا بروشنائی
کامل رسد و این برزخ را بین سایه و روشنائی را شبه ظل نامیم
از جسم منیر مطابق این شکل ۱۳۲

کره باشد چون ا ا و جسم کثیف کره ب ب در آنصورت بجهة تعیین
حد سایه مخروطی را تصور میکنیم که از دو مماس خارجه ف ب ا
و ق ت ع حاصل شده باشد و می بینیم که در عقب جسم کثیف
دور تمام وسعت داخله این مخروط ابداً هیچ شعاعی داخل نمیشود و بنابراین
سایه جسم کثیف محدود خواهد بود بمنحنی تماس سایه این جسم و در روی
صفحه دائره ف ق خواهد بود که مقطع مخروط ظلمات با سطح
صفحه و چون مخروطی را تصور کنیم که از دو مماس داخله حاصل شده باشد

در روی جسم کثیف منحنی تماس حد شبه ظل و در روی صفحه دائره
د د خواهد بود از نقطه ف بنقطه د ظلمت رفته رفته تخفیف
میشود و در روی جسم از ب به ل مثلاً اگر نقطه چون هـ تصور
کنیم و از آن نقطه خط مماسی با جسم کثیف رسم نمائیم معلوم میشود
که نقطه مفروض از جمیع نقاط قطعه کروی ا ث روشن میشود
و از روشنائی قطعه تحتانی بدانجا نمیرسد بنابراین نقطه ظل
کامل نیست چرا که قدری نور بدانجا میرسد و علاوه بر آن روشنائی
کامل هم نیست چرا که از تمام منبع نور روشنائی بدان نمیرسد

۶ — سرعت نور — چرخ مضرسی که دندانهای آن
و فاصله‌های مابین دندانها همه بیک عرض‌اند با کمال سرعت حرکت
میکنند و دو دسته شعاعی بطور عمودی بکنار چرخ برسد و نور عبور
نتواند نمود مشروط بر اینکه شعاع و دسته بفاصله مابین دو دندانه
چرخ نتابند و لکن اگر دسته بیکی از دندانها ملاقات نماید منعکس
خواهد گردید و بنابراین حرکت آن مقطوع میگردد و انتشار نور متناوب

خواهد بود و بفاصله های متساوی از آن ثقبه ها عبور مینماید حال
بفاصلهٔ زیادی از این چرخ آئینهٔ مسطحی قرار میدهیم که اشعهٔ آن دسته
بطور عمودی بر آن تابند و بنابراین در همان امتداد یکه آمده اند
رجعت نمایند پس بنابراین دسته شعاع پس از آنکه فاصلهٔ مابین
چرخ و آئینه را پیمود مجدداً مراجعت میکند و بچرخ میرسد و
در تمام مدتیکه نور این فاصله را ذهاباً و ایاباً میپیماید چرخ در حرکت است
و میتوان سرعت آنرا بطوری قرار داد که هنگام مراجعت شعاع
دندانهٔ چرخ مقابل شود و بنابراین اگر شخص راصدی در عقب چرخ
نشسته باشد نور منعکس را نخواهد دید و حال آنکه قبل از حرکت یعنی
وقتیکه چرخ ساکن بود شعاع دسته از یکی از فاصله های مابین
دو دندانه عبور نموده بنظر راصد نقطهٔ نورانی مینمود حال فرض میکنیم که
چرخ را بحرکت آوریم نقطهٔ نورانی ضعیف میشود و عاقبت الامر
محو میگردد و در آنوقت دسته که میرود مقابل فاصلهٔ دو دندانه و
دسته که بر میگردد مقابل خود دندانه واقع میشود و از روی

ولی

حرکت چرخ میتوان معین نمود زمانیرا که در مدت آن فاصلهٔ دو دندانه جانشین
دندانهٔ بعد میگردد و این زمان مدتیست که نور لازم دارد بجهة پیمودن
ضعف فاصلهٔ مابین چرخ و آئینه فیزو صاحب که مخترع این قاعده
بزرگ شد بجهة عمل خویش محل چرخ و آئینه را سورن و مون مارتر
قرار داد و فاصلهٔ این دو نقطه ۸۶۳۳ ذرع است و از این
تجربه معلوم شد که سرعت نور در هر ثانیه ۷۸۸۴۱ فرسخ
۴۰۰۰ ذرعی است و بنابراین بجهة رسیدن نور آفتاب بزمین یعنی
پیمودن هشتاد و شش کرور فرسخ ۴۰۰۰ ذرعی ۸ دقیقه تقریباً لازم است

۷ — انعکاس نور — وقتیکه شعاعی بسطح جسمی
صیقلی تابید بر وفق قاعدهٔ ذیل منعکس میگردد
فرض میکنیم که اب سطح منعکس کننده باشد و شعاعی در امتداد
خط ث ف مطابق این شکل ۱۲۳ بر آن تابد این شعاع را

شعاع تابش در زاویهٔ ب ث ف که حادث شده است
تابش آن شعاع و خط عمود ث د که بر سطح منعکس کننده اخراج
نموده ایم زاویهٔ تابش نامند
شعاع در امتداد ف ث چنان منعکس میشود که زاویهٔ انعکاس
د ث ع مساوی میشود با زاویهٔ تابش د ث ف
و علاوه بر آن شعاع منعکس در آن سطحی خواهد بود که شامل شعاع
تابش و عمود د ث است پس قاعدهٔ انعکاس شعاع را بعنوان
چنین بیان نمود که اولاً زاویهٔ انعکاس مساوی است بزاویهٔ
تابش و ثانیاً شعاع تابش و شعاع انعکاس هر دو در سطحی واقع اند
که عمود است بر سطح منعکس کننده

۸ — **آئینه‌های مسطح** — فرض بکنیم نقطهٔ منیره
در جمیع جهات مطابق این شکل ۱۲۴ اشعهٔ خود را پراکنده نماید
و تصور بکنیم یک دسته از آن اشعه را که بر سطح آئینهٔ مسطح م
ن بتابد شعاع ا ب پس از انعکاس امتداد ب ث را
اختیار

اختیار خواهد نمود و شعاع ا د امتداد د ش را و همچنین از تساوی
زاویهٔ تابش و انعکاس لازم میآید که اشعهٔ منعکس ب ث و د
ش و کلیه تمام اشعه بقسمی ممتد شده باشند که امتداد موهومی آنها
در وراء سطح منعکس کننده در نقطه چون ی چنان تقاطع کنند که
هر نقطهٔ ا و ی در روی عمود ا ی واقع شوند و علاوه بر آن
طول ی ك مساوی طول ا ك باشد و بعبارة اخری
نقطهٔ تقاطع اشعهٔ منعکسه نسبت بسطح م ن قرینهٔ نقطهٔ منیره است
و بنابراین پس از انعکاس از اشعهٔ منیره چنان دسته ترتیب داده
میشود که گوئی از نقطهٔ ی ابتدا شده اند حال اگر فرض کنیم که
شخص راصدی در برابر دستهٔ منعکسه واقع شود اشعهٔ منعکسه چون

داخل چشم او گردیده چنین تصور میکنند که در برابر نقطهٔ نورانی حقیقی است که در ی واقع شده و بواسطهٔ خطای باصره و تغییر امتداد نور در ی نقطهٔ نورانی می‌بینند و حال آنکه آن نقطه در حقیقت موجود نیست

شکل ۱۲۵

حال فرض میکنیم که شیئ مثل اج را در برابر آئینه سطح و ن مطابق

قرار دهیم صورت مجازی ی از نقطه ا در موضع قرینه آن صورت میبینند یعنی که پس از انعکاس شعه که در حقیقت از نقطه ا خارج شده‌اند چنین بنظر میآید که از نقطهٔ ی ابتدا کرده‌اند چنانکه شعاع اب پس از انعکاس امتداد ب ث را اختیار میکنند و چنین مینماید که ب ث از نقطهٔ ی ابتدا نموده بهمین طریق بواسطهٔ انعکاس صورت مجازی نقطه ج در نقطه قرینه ل

صورت

صورت می‌بندد و بنابراین صورت تمام شیئ در ی ل تصویر میگردد و بنابراین صورتیکه بواسطهٔ آئینه سطح حاصل میشود همیشه مجازی است یعنی که وجود خارجی ندارد و علاوه بر آن این صورت نسبت بسطح آئینه قرینهٔ خود جسم است یا بعبارت دیگر صورت شیئ در وراء آئینه بفاصله صورت می‌بندد مساوی با فاصلهٔ شیئ از آئینه و بالاخره ابعاد شیئ و صورت آن همه باهم متساوی اند

۹ — **انعکاس متفرق** — جاهائیکه سطح آنها صیقلی نیست شعاع منعکس میکنند ولی انعکاس بطریق بی‌قاعده در جمیع جهات میشود و این نوع انعکاس را انعکاس متفرق گوئیم و سبب رؤیت اشیاء نور منعکس متفرق است چنانچه اگر جمیع اجسام بطور کامل صیقلی میبودند هیچ دیده نمیشدند مگر در صورتیکه بالذات منیر باشند مثلا آئینه صاف کاملا دیده نمیشود و نمیتوان وجود او را تعیین کرد مگر بواسطهٔ چهارچوب و صور اشیائیکه در آن منعکس میگردند و اگر سطح آئینه بواسطهٔ غبار پوشیده شود آنوقت آشکار میگردد چرا که اشعه منعکسه را

تفرق میکند

۱۰ — **آیینه‌های مقعر** — هرگاه آیینه‌ئی مقعری را که
که سطح مقعر آن کره حقیقی باشد در برابر اشعهٔ آفتاب نگاه داریم پس از انعکاس
جمیع اشعه که بر آن آیینه تابیده‌اند در نقطهٔ واحد مجتمع میشوند و آن
نقطه روشنتر و گرمترین جمیع نقطات است و آنرا کانون اضائهٔ آیینه
نامیم این نقطه در روی محور انحنای آیینه واقع و فاصلهٔ آن از مرکز و آیینه یکی است

حال اگر در ما بین کانون اضائه و آیینه قرار بگیریم در عقب آیینه بشکل
خود را بزرگتر می‌بینیم در اینحالت صورت شئ در آیینه سطح مجازی است
ولی ابعادش بزرگترات از ابعاد شئ

اگر شمع روشنی را ما بین کانون اضائه و مرکز انحنا قرار دهیم در روی
دیوار مقابل صورت شمع معکوس و بزرگ نقش می بندد در اینجا چون صورترا
فی الحقیقه اشعه تقاطع کرده‌اند و احداث صورترا نموده‌اند لهذا آنرا
حقیقی گوئیم و در اینجا خطای حس نیست بلکه حقیقت واقع است که می‌بینیم
حال اگر شمع را در آنطرف مرکز انحنا بریم و صفحهٔ کوچکی از کاغذ ما بین
کانون

کانون اضائه و مرکز قرار دهیم صورت حقیقی معکوسی با ابعاد کوچکتر
در روی صفحه نقش می بندد

۱۱ — **دوربین انعکاس** — در چشم ما انقدر
اشعهٔ مبیّره داخل میشوند که مناسب ثقبهٔ عنبیه باشد پس اگر شئی بسیار
دور باشد بواسطه زیادتی فاصله اشعه از حیث عدد و قوت کمتر داخل
چشم میشوند و مقدار آنها کافی نیست بجهة اینکه محسوس حس باصره گردد
و بنا براین رویت شئ محالست و اگر دیده شود مغشوش و تار خواهد بود
پس بجهة رفع این عیب باید در حقیقت ثقبهٔ عنبیهٔ مصنوعی ساخت
بطریقیکه اشعهٔ لازم الابصار بهر عددیکه میخواهیم در آن داخل شوند و بهمین
نتیجه رسیده‌اند بواسطهٔ استعمال آیینهٔ مقعری که مقابل کوکب بعید
گردد قرار میدهند این آیینه در حقیقت اشعهٔ نوری را که از کوکب بر
تمام سطح آن میتابد مجتمع نموده صورت حقیقی بسیار کوچک روشنی
تشکیل مینماید و چون ابعاد این صورت حقیقی صغیر اند تمام شعاع آن
داخل ثقبهٔ عنبیهٔ حقیقی میتوانند شد و بنا براین در چشم نه تنها بقدر

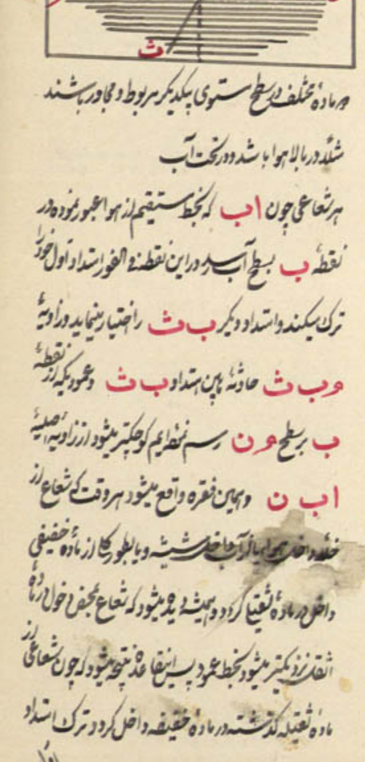
اندازهٔ آن ثقبه نور داخل شود بلکه بقدر شعه که بر تمام سطح
آینه تابیده است یعنی نسبت این باشد که ثقبهٔ عنبیهٔ چشم باندازهٔ
وسعت آینه باشد و بهمین دلیل است که باعانت آینهٔ مقعر اجرام
فلکی بسیار بعید را که بلا واسطه غیر مرئی اند چون نقطهٔ صغیر نورانی می بینیم
آینهٔ مقعر جزو اعظم جمیع آن آلات نجومی است که معروف اند به دور
بینهای انعکاسی و بزرگترین دوربینی که از این قبیل ساخته شده است
دوربین لرد رس صاحب است و آن لوله ایست بطول ۵۶ ذرع و ۱۲
گره و در آن آینهٔ فلزی قرار داده اند بقطر یکذرع و ۱۳ گره
و سی و سه ذرع نصف قطر انحنا و وزن آن لوله ۲۲ خروار است
و وزن آینه تنها ۱۲ خروار و ۶ من است این آلت ثقیل بین
دو دیوار محکم قرار داده شده و باعانت زنجیر و آلات جراثقال دوربین را
بحرکت می آورند و بسمت هر نقطهٔ از آسمان که میخواهند متوجه
مینمایند کانون اصلی فاصله اش از آینه چون باید بقدر نصف نصف
قطر انحنا باشد ۱۶ ذرع و نیم خواهد بود و بنابراین در مدخل لوله
واقع

واقع و بواسطه انحراف آینه در یک کناری قرار داده شده و شخص
منجم باعانت آلات بزرگ کننده صورت حقیقی کوکب را مشاهده مینماید
و دوربین لرد رس صاحب از حیثیت ابصار معادل با چشمی است
که یکذرع و ۱۲ گره ثقبهٔ عنبیهٔ آن باشد و اگر طول آلات و ثقبهٔ
عنبیه نسبتشان برقرار بماند شخصی که صاحب چنین چشم باشد
هشتصد ذرع قد او خواهد بود

۱۲ — **آینه‌های محدب** — هر گاه سطح محدب آینه
کروی صیقلی باشد جمیع صورتهای حاصله از آن آینه مجازی خواهند بود
و علاوه بر آن مستقیم و کوچکتر از شئ و بواسطه است که شکل ما در
کرهٔ فلزی صیقلی با ابعاد بسیار صغیر می افتد

فصل دوم در انکسار شعاع و عدسیها

۱ — **انکسار نور** — در هر حاله نور بخط مستقیم سیر
میکند ولی اگر از ماده بماده دیگر داخل گردد در نقطهٔ العبور امتداد اول
خود را تغییر میدهد ملاحظه فرض میکنیم که مطابق این شکل ۱۲۶



در مادهٔ مختلف در سطح مستوی بیکدیگر مربوط و مجاور باشند
مثلاً در بالا هوا باشد و در تحت آب
هر شعاعی چون اب که بخط مستقیم از هوا عبور نموده در
نقطهٔ ب بسطح آب رسد در این نقطه فوراً امتداد اول خود را
ترک میکند و امتداد دیگر ب ث را اختیار مینماید و زاویهٔ
و ب ث حادثه مابین امتداد ب ث و عمودیکه از نقطهٔ
ب بر سطح و ن رسم نمائیم کوچکتر میشود از زاویهٔ اصلیه
اب ن و همین فقره واقع میشود هر وقت که شعاع از
خلاء داخل هوا یا آب یا داخل شیشه و یا بلور کلا از مادهٔ خفیفی
داخل در مادهٔ ثقیل گردد و همیشه دیده میشود که شعاع بمحض دخول در مادهٔ
اثقل نزدیکتر میشود بخط عمود پس استنتاج میشود که چون شعاعی از
مادهٔ ثقیله گذشته در مادهٔ خفیفه داخل گردد ترک امتداد
اول

اول خود را نموده بخط عمود نزدیکتر میشود
حال فرض میکنیم که شعاع مطابق شکل فوق از آب عبور و داخل
هوا گردیده باشد در آب امتداد شعاع ب ث است و واضح است
که بمحض داخل شدن در هوا امتداد خود را فوراً ترک نموده از خط
عمود دور میشود و امتداد ب ا را اختیار مینماید و همین حالت
اتفاق میافتد در صورتیکه شعاع از شیشه در آب و یا از هوا
در خلاء و یا بلور کلا از مادهٔ ثقیله در مادهٔ خفیفه داخل گردد
امتداد اول خود را تغییر میدهد و از خط عمود دور میگردد
و این تغییر امتداد را که در حرکت اشعهٔ نورانیه حاصل میشود هنگامیکه
از مادهٔ بمادهٔ دیگر داخل گردیده انکسار شعاع نامیم و باید دانست که
یا از لوازم انکسار مایل بودن شعاع است چرا که اگر شعاع بطور عمودی
از مادهٔ بمادهٔ دیگر داخل گردد امتداد خود را تغییر نخواهد داد مثلاً
در شکل ۱۲۷ اگر شعاعی در امتداد خط ن ب از هوا داخل آب
گردد بدون تغییر امتداد و ب ه را اختیار خواهد نمود

۲ـ تغییر موضع اجسام اگر بواسطه انکسار دیده میشوند

ظرفی را که مادهٔ آن شفاف نباشد در موضعی قرار میدهیم و در یک
آن ظرف پولی میگذاریم و خود در موضعی می‌ایستیم که خط واصل بین
چشم ما و کنار ظرف به پول مرور کند واضح است که ابتدا از این
وضع اگر یک کمی عقب‌تر برویم دیگر پول را نخواهیم دید و کنار ظرف
مانع رؤیت آنست ولی اگر همان وقت شخص دیگری آب در آن ظرف
بریزد پول را می‌بینیم و اگرچه مکان ما و پول تغییر نکرده و فی الحقیقه
کنار ظرف مانع رؤیت آن پول است مع هذا آن پول دیده میشود
حال اگر خط مستقیم اب را از پول بمحیط ظرف وصل نمائیم
امتداد آخرین شعاعی بدست می‌آید که ممکن است از ظرف بیرون آید
و جمیع اشعهٔ واقعه در تحت این خط بواسطه کنار ظرف بیرون نمیتوانند
آمد و در این حالت واضح است که اگر چشمی در نقطه ع واقع شد پول را
نخواهد دید ولی پس از ریختن آب امتداد شعاع اث شکسته که اگر مانع
موجود نبود امتداد ث ش را اختیار میکرد و شکسته خواهد گردید

و امتداد اولی خود را ترک نموده چون از آب داخل هوا میشود از خط
عمود دور میگردد و امتداد ث ع را اختیار نموده داخل چشم
میگردد و پول را بتوسط این شعاع میگردد ولی نه در نقطه ا که موضع حقیقی
آنست بلکه در امتداد خیالی امتداد شکسته یعنی در نقطه مجازی
ل مطابق این شکل ۱۲۸



۳ـ منکسر بنظر آمدن چوب در آب

فرض میکنیم که چوبی را در آب فرو کنیم همه کس دیده است که جزء فرو رفته
کج و کوتاه بنظر می‌آید دسته نور اث مطابق این شکل ۱۲۹

زا انتهای چوب خارج و در نقطهٔ ث منکسر میگردد و از خط عمود
دور شده امتداد ث ع را اختیار میکند و داخل چشم میگردد
و بواسطهٔ انکسار مزبور چشم انتهای چوب را در راستای همان امتداد دستهٔ
نوری یعنی در حقیقت نقطهٔ مجازی ل می‌بیند و چون همین تغییر موضع
مجازی در جمیع نقاط جزء اب واقع میشود لهذا چوب را ابتداء
از نقطهٔ د کج و کوتاه می‌بینیم

۴ — عدسی‌ها — مهمترین فوائد انکسار شعاع اختراع
عدسیهاست آنها عبارت اند از اجسام لطیفه که از دو طرف محدود شده‌اند
بدو سطح کروی یا بیک سطح مستوی و یک سطح کروی و کلیتهٔ این عدسیهارا
که غالب از بلور اند بدو قسم منقسم نموده اند عدسی متمایل و عدسی
متباعد که اولی ثخنش در مرکز بیشتر است و دومی در محیط

۵ — اثر عدسیهای متمایل — چون شعاعی از
عدسی بگذرد دو مرتبه منکسر خواهد گردید یکی وقت دخول در بلور و دیگری
هنگام خروج از آن پس وقتیکه عدسی ثخن مرکزش بیشتر باشد
بنحو

نتیجه این دو انکسار این میشود که اشعه را جمع نماید و بسمت یک نقطه متمایل کند
و بانیواسطه این نوع عدسیهارا متمایل گوئیم
حال اگر عدسی متمایلیرا در برابر اشعهٔ آفتاب بگیریم بواسطهٔ تمایل آن
اشعه در آنطرف عدسی دایرهٔ صغیرهٔ منیرهٔ نورانی حاصل میشود
و آن دایرهٔ نورانیه تصویر آفتابست که بواسطهٔ عدسی حاصل شده
و فاصلهٔ این تصویررا از عدسی فاصلهٔ کانونیهٔ اصلیه نامند
فرض میکنیم مطابق این شکل ۱۳۵ که شمع روشن اب

مقابل عدسی متمایل — ل ل بفاصله قرار گیرد بزرگتر از ضعف
فاصلهٔ کانونی اینجا در آنصورت در آنطرف عدسی بواسطهٔ تمایل
اشعه صورت معکوس کوچکی از آن چراغ حاصل میشود و با این یک باره

برابر فاصلهٔ کانونی اصلی واقع و تصویر حقیقی است و در روی صفحهٔ کاغذ نقش میشود
اگر شمع در جلو عدسی فاصله‌اش یک یا دو مرتبه فاصلهٔ کانونی اصلی
باشد صورت آن در وراء عدسی دورتر از ضعف فاصله خواهد بود
و در اینحالت تصویر بزرگتر است از جسم و معکوس است
بالاخره فرض میکنیم که فاصلهٔ شمع از عدسی کمتر از فاصلهٔ کانونی
اصلی باشد و در اینحالت خود ما در پشت عدسی ایستاده نگاه
کنیم تصویر شمع را بزرگتر و مستقیم می‌بینیم

۶ — **آثار عدسیها متباعد** — هرگاه قطر
مرکزی عدسی کمتر از قطر محیطی باشد شعاعی که از آن عبور میکنند عوض
اینکه جمع شوند بعد از عبور از یکدیگر دور میگردند و بانیواسطه این
عدسیها را متباعد گوئیم این عدسیها هرگز باعث تصورات حقیقیه
نمیشوند یعنی که در روی صفحهٔ کاغذ تصویر نقش نمیتوانند بست اما وقت
از پشت آنها شیئی را نگاه میکنیم در نظر کوچکتر بنظر میآید

۷ — **لوپ** — وقتیکه عدسی متقارب الطرفین را استعمال
کنیم

کنیم که اشیاء را بزرگتر ببینیم آنرا لوپ گویند و باید شیئی که نظر کرده میشود ما بین نقطهٔ اصلیه
از آن عدسی قرار داد که کوچکتر باشد از فاصلهٔ کانونیهٔ اصلیه
و هر قدر عدسی کوچکتر باشد چیز بزرگتر میکنند و استعمالش [illegible]

۸ — **ذره بین** — ذره بین [illegible] است
از دو عدسی متمایل که یکی را ابژکتیف گویند و آنرا بسمت
شیئی توجه میسازند و باید شیئی را با فاصلهٔ اندکی تصور و با او با دست
عدسی دیگری روشن نمود عدسی دیگر را اکولر گویند چراکه چشم را
بدان میگذارند و در این آلات شیئی را که بخواهند ببینند در روی
صفحهٔ شیشه قرار میدهند موهوم کامل آن و فاصلهٔ آن باید
کمی بیشتر از فاصلهٔ کانونیهٔ اصلیه باشد پس آنت با عانت عدسی
ابژکتیف صورت حقیقی بزرگتر از جسم را تصویر میکنند و آنوقت
عدسی عینی یعنی اکولر که لوپ است آن تصویر را بزرگ مینماید و بنابر این ذره بین
بقدر حاصل ضرب قوت بزرگ کنندهٔ دو عدسی جسم را بزرگ مینماید

۹ — **دوربین نجومی** — عدسی بسیار

و شنیر الحق اینکه نور زیاد بر آن بتابد بسمت اجرام آسمانی متوجه
میکنند و ابژکتیف جیا سند در اینحالت دو ورا این عدسی
صورت حقیقی معکوسی از آن کوکب حادث میشود و عدسی چشمی
اینصورترا بزرگتر مینماید

۱۰ — **دوربین** — دوربین نجومی اشیاء را
معکوس می بیند و بجهة آن کار اینفقره ضرری ندارد و از طرف
دیگر هرچه آلات نجومی عدد عدسیهاشان کمتر باشد بهتر است
چرا که در عکس اینحالت از شدت و قوت نور کاسته میشود
و بجهة رؤیت اجسام ارضیه باید اشیاء را مستقیم ببینیم و برای
اینفقره ابژکتیف و عدسی عینی دوربین نجومی دو عدسی متمایل
دیگر قرار میدهند تا حجم مستقیم گردد و در اینحالت دوربین
بکار رؤیة اشیاء ارضیه میخورد

۱۱ — **دوربین کلیله** — این دوربین
عدسی ابژکتیفش متمایلست و عدسی عینی او متباعدست و با این

ازین

دوربین اجسام را مستقیم و نزدیکتر می بینیم و دوربینهای دوچشمی
از همین قبیل اند

۱۲ — **لانترن ماژیک** — اجزاء اصلیه این آلت که
یکی از اسبابهای مشغولیات و شعبدات چراغی است جعبه دار
که اشعه آن بواسطه آینه مقعری منعکس و تصاویر را روشن میکند که با
الوان شفاف بر صفحه شیشه نقش نموده اند و این تصاویر را
بواسطه عدسی متمایل بزرگ نموده در روی پرده سفید یا دیوار
عکسی میاندازند و بجهة اینکه تصویر مستقیم باشد شیشه تصاویر را معکوس
در جلو چراغ قرار میدهند

۱۳ — **ذره بین آفتابی** — بنای ذره بین آفتابی
لانترن ماژیک است و در هر دو آلت با عدسی متمایل تصویر
روشنی را بزرگ نموده در روی صفحه نقش مینمائیم منتها این است که
در ذره بین آفتابی جسم بواسطه اشعه آفتاب روشن میگردد و بواسطه
چراغ و محض اینفقره آنرا مانند پنجره در شکن دیوار اطاق تاریک

نصب نموده باعانت آئینه سطحی که در خارج با انحراف معینی قرار داده
شده اشعه شمس را گرفته منعکس میکنیم و آنها را از عدسی عبور داده در
یک نقطه جمع مینمائیم و شیئی را که میخواهیم ببینیم مابین آن و صفحهٔ شیشه
وضع نموده در نقطهٔ اجتماع اشعه قرار میدهیم در مقابل جسم عدسی
تمام نمای صغیری قرار داده شده و شکل معکوس با ابعاد بزرگ
از شیئی در روی صفحهٔ کاغذ نقش می بندد و ذره بین آفتابی آن
وقتی بسیار مفید است که بخواهیم آلات حیوانات بسیار صغیر و
تشریح نسوج نباتات و گلبولهای خون و غیره را بجمعیت از مردم بنمائیم

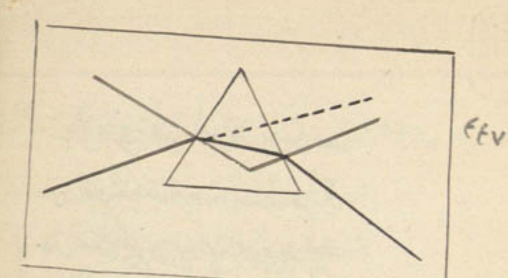
۱۴ — **اطاق تاریک** — اطاق تاریک عکاسان
عبارت از جعبه ایست که اطراف آن کثیف و حاجب ماوراء است و در
جلوی این جعبه در لوله و سیعی عدسی تمام نما نصب شده و این عدسی
صورت معکوس کوچکی از اشیاء مقابل را در روی صفحهٔ نقش میکند
و بواسطهٔ املاح نقره که استعمال میکنند تصویر روی صفحهٔ کاغذ نقش می بندد.

فصل سیم در تجزیهٔ نور

۱ — عمل منشو

۱ — عمل منشور مثلث القاعده در نور —

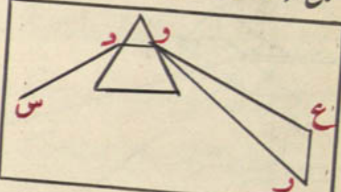
در دیوار اطاق تاریک ثقبه قرار داده و دستهٔ شعاعی را در آن
اطاق داخل میکنیم و می بینیم که هیچ اثر مخصوصی بظهور نمیرسد
و دستهٔ شعاع در امتداد مستقیم ذرات غباری را که در هوا
معلق است روشن مینماید و اگر صفحهٔ شیشه در معبر آن دستهٔ
شعاع نگاه داریم از آن نیز بجسم شفاف عبور نموده در ورای آن امتداد
مستقیم خود را اختیار میکند ولی اگر آن قطعه شیشه عوض آنکه
مسطح باشد از اشکال منشور مثلث القاعده ساخته باشند
دستهٔ نور منکسر گردیده فوراً از امتداد خویش در حالت عبور از آن
منشور منحرف میگردد و جز انکساری که بجهة تغییر وضع غلظت ماده
و انحراف سطوح حادث میشوند باعث این انحراف شعاع عند
در حقیقت فرض میکنیم منشور **اب ث** را سطح [illegible]
شکل ۱۳۱ و میگوئیم که شعاع [illegible] وارد در امتداد **س ی**
چون از هوا داخل شیشه میشود یعنی از ماده خفیفی داخل ماده



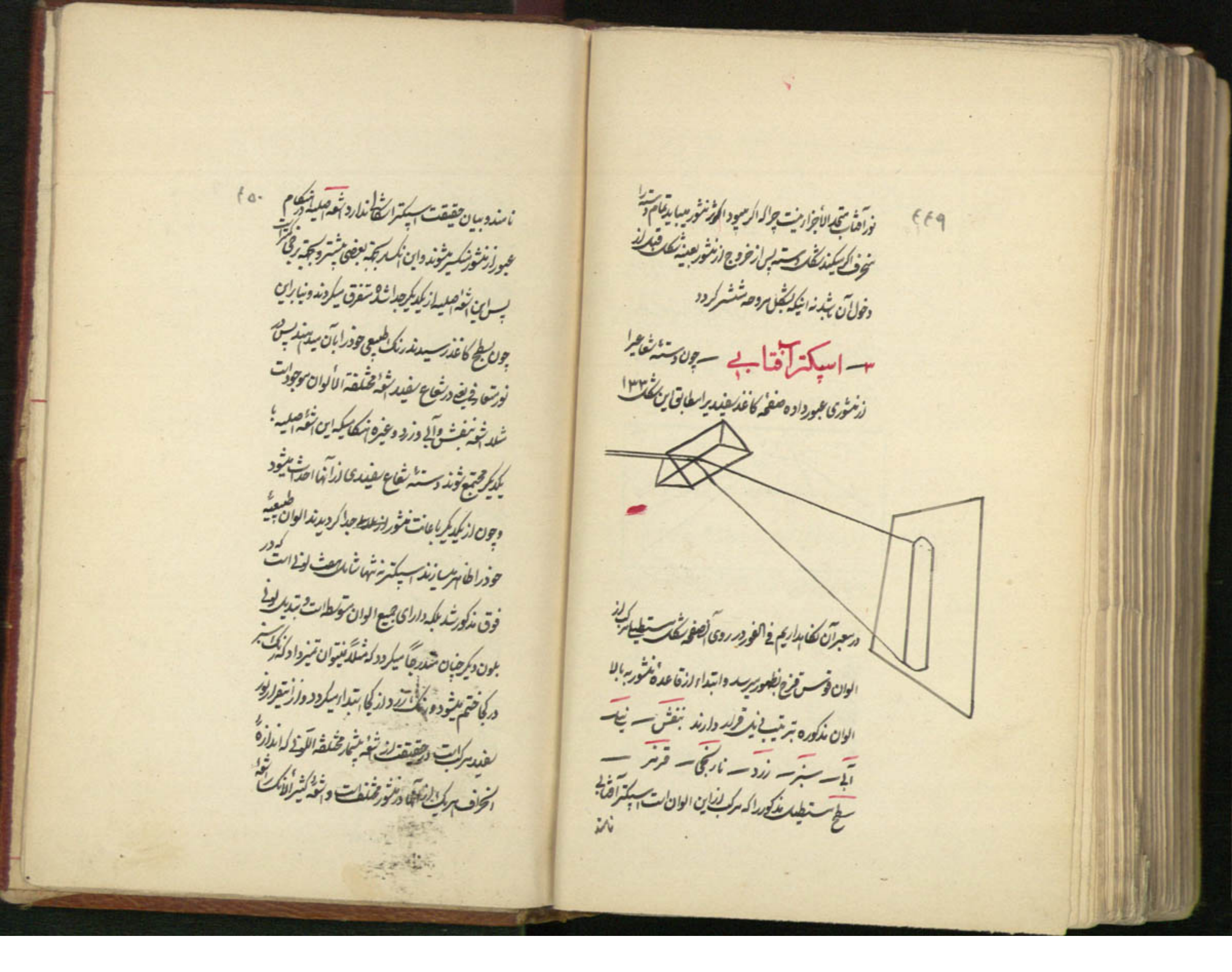
ثقیلا میگردد بخط عمود ن ع نزدیکتر خواهد گردید و عوض
اینکه امتداد ص ا — ب را پیروی نماید امتداد ی ع
را که نزدیکتر است بخط عمود اختیار میکند و چون بنقطهٔ م رسید
از شیشه داخل هوا میشود یعنی از مادهٔ ثقیلا در مادهٔ خفیفی داخل
میگردد پس از خط عمود م ع دور شده امتداد م ش را
اختیار خواهد کرد یعنی امتدادیکه با خط عمود زاویهٔ حادثه‌اش بزرگتر
خواهد بود از زاویهٔ سابق و بنابراین هر شعاعیکه از منشور مثلث
القاعده عبوری عبور کند دو مرتبه منکسر خواهد گردید و بطرف قاعده
نزدیکتر میشود

۲ — **تفرق** — علاوه بر این انحراف در نور بواسطهٔ
از منشور مثلث القاعده تغییر مهم دیگری حاصل میشود که تفرق شعاع
نامیم

گوئیم دستهٔ نوری که داخل اطاق تاریک میشود باندازهٔ ثقبهٔ اطاق است
و با مجاورت منشور شکل و حجم آن تغییر میکند و چون در آن داخل گردید
اشعهٔ دسته از یکدیگر متفرق شده دسته وسیع میگردد و همین
تفرق در خروج شعاع از منشور افزوده میشود و شکل شعاع پس از
خروج مروحه مانند است مطابق این شکل ۱۳۲ چنانچه ظاهر است



دستهٔ باریک د س در منشور داخل و پس از خروج از آن دستهٔ
پهن و ع د حاصل میشود و وسعت زاویهٔ و ع د را منشور نشانند
و از اینجا معلوم میشود که انحراف بجهة جمیع اجزای دستهٔ شعاع اصلیه یکی
نیست چرا که پس از عبور از منشور وسعت زاویهٔ و ع د افزوده
میشود و در این وسعت خطوط مختلفة الامتداد موجوداند و بعبارت دیگر



نور آفتاب متحد الاجزا نیست چرا که اگر میبود ابعاد منشور میبایستی تمام دسته را
منحرف میکند بشکل دسته پس از خروج از منشور بعینه بشکل قبل از
دخول آن باشد نه اینکه بشکل بادبزن منتشر گردد

۳- اسپکتر آفتابی — چون دسته شعاعی را
از منشوری عبور داده صفحه کاغذ سفیدی را مطابق این شکل ۱۳۲

در معبر آن نگاه داریم فی الفور در روی آن صفحه شکل مستطیلی مرکب از
الوان قوس قزح بظهور میرسد و ابتدا از قاعده منشور به بالا
الوان مذکوره بترتیب ذیل قرار دارند بنفش — نیلی —
آبی — سبز — زرد — نارنجی — قرمز —
سطح مستطیل مذکور را که مرکب از این الوان است اسپکتر آفتابی
نامند

نامند و بیان حقیقت اسپکتر اشکالی ندارد اشعه اصلیه در هنگام
عبور از منشور شکسته میشوند و این انکسار بجهه بعضی بیشتر و بجهه برخی کمتر است
پس این اشعه اصلیه از یکدیگر جدا شده متفرق میگردند و بنابر این
چون بسطح کاغذ رسیدند رنگ طبیعی خود را بما نشان میدهند پس در
نور شعاع ابیض در شعاع سفید اشعه مختلفة الالوان موجود است
مثلا اشعه بنفش و آبی و زرد و غیره هنگامیکه این اشعه اصلیه با
یکدیگر مجتمع شوند دسته شعاع سفیدی از آنها احداث میشود
و چون از یکدیگر باعانت منشور انبساط جدا گردیدند الوان طبیعیه
خود را ظاهر میسازند اسپکتر نه تنها شامل هفت لونی است که در
فوق مذکور شد بلکه دارای جمیع الوان متوسطات و تبدیل لونی
بلون دیگر چنان تدریجا میگردد که مثلا نمیتوان تمیز داد که رنگ سبز
در کجا ختم میشود و رنگ زرد از کجا ابتدا میگردد و از اینقرار نور
سفید مرکب است در حقیقت از اشعه بیشمار مختلفة الالوان که اندازه
انحراف هریک از آنها در منشور مختلف است و اشعه کثیر الانکسار اشعه

بنفش انتها چنانکه در قاعدهٔ منشور واقع شده اند و آن اشعه که از همه
قلیل الانکسار ترند اشعهٔ قرمز است پس اسپکتر آفتاب مجمع تمام الوانست
که ابتدا میکند از بنفش و منتهی میگردد بقرمز و این الوان مختلفه نظیر
نُت های مختلفهٔ موسیقی اند ابتدا از بم الی زیر

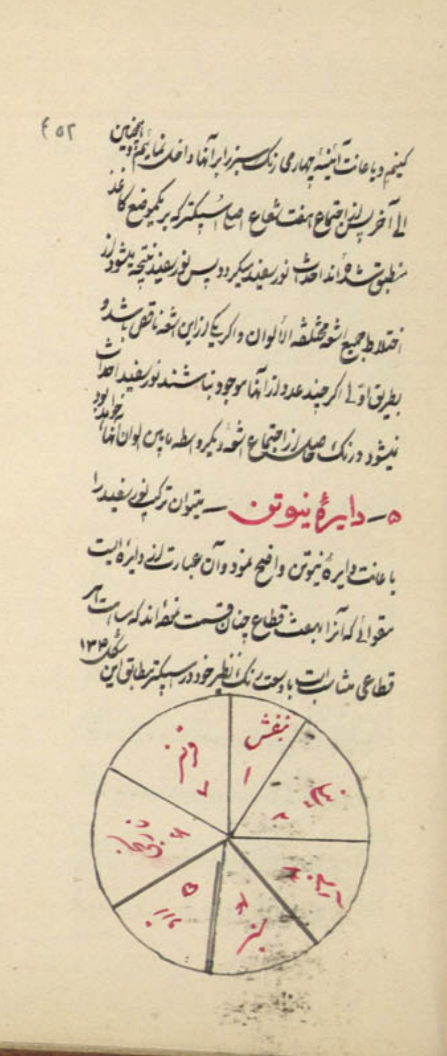
۴ — ترکیب مجدد نور سفید — چنانکه مذکور شد
نور سفید باشعهٔ مختلفة الالوان تجزیه میگردد و بالعکس اگر این اشعه را با
یکدیگر مجتمع نمائیم احداث نور سفید میگردد

اول با منشور مثلث القاعده شعاع را تجزیه میکنیم و آنوقت با آئینه‌های کوچک
در موضع رنگ قرمز قرار رسیدیم اشعهٔ قرمز را انعکاس نموده بر صفحهٔ
کاغذی میرسانیم و آئینهٔ دومی را در محل نارنجی قرار داده بیک از آن
نقطه قرار میدهیم که اشعهٔ نارنجی را منعکس نمود درست بر همان
نقطهٔ کاغذ با اشعهٔ قرمز منطبق نماید بواسطهٔ اختلاط این دو شعاع
مختلفة اللون رنگی احداث میشود که نه قرمز و نه نارنجی است بلکه واسطه مابین آنهاست

حال چون بواسطهٔ آئینهٔ سیمی رنگ زرد را برنگ سابق منطبق نمائیم

کنیم و باعانت آئینهٔ چهارمی رنگ سبز را بآنها داخل نمائیم و همچنین
الی آخر پس از اجتماع هفت شعاع اصلی اسپکتر که بر یک موضع کاغذ
منطبق شده اند احداث نور سفید میگردد پس نور سفید نتیجه میشود از
اختلاط جمیع اشعهٔ مختلفة الالوان و اگر یکی از این اشعه ناقص باشد و
بطریق اولی اگر چند عدد از آنها موجود نباشند نور سفید احداث
نمیشود و رنگ حاصل از اجتماع اشعهٔ دیگر واسطه مابین الوان آنها خواهد بود

۵ — دایرهٔ نیوتن — میتوان ترکیب نور سفید را
باعانت دایرهٔ نیوتن واضح نمود و آن عبارت از یک دایره ایست
مقوائی که آنرا بهفت قطاع چنان قسمت نموده اند که ساحت هر
قطاعی مشابه است با وسعت رنگ نظیر خود در اسپکتر مطابق این شکل ۱۳۶



یکی از آن قطاع‌ها را بنفش و قطاع‌ها بعد را نیلی و قطاع پس از آن را آبی
نموده‌اند و کلیهٔ هفت رنگ اصلی اسپکتر را بترتیب طبیعی خود در
قطاع نظیر کشیده‌اند حال اگر این دایره را بسرعت در حول محوری
حرکت دهیم تمام آن سفید بنظر میآید و جمیع الوان آن بر یکدیگر
منطبق شده حس رنگ سفید را میکنیم و اینفقره بسیار نظیر نقطهٔ
جواله است چرا که بواسطهٔ حرکت دایره هفت دایرهٔ مختلفة الالوان
بر یکدیگر منطبق شده احداث نور سفید مینمایند مثلاً همانطور که اگر ذغال
روشنی را در کمال سرعت حرکت دهیم خطی قرمز بنظر ما میآید و
اینفقره بواسطهٔ اینست که چون شعاعی یکی از نقاط حساسهٔ عصب باصرهٔ
ما رسید حس آن تا مدتی قلیل در آن موضع موجود است اگرچه سبب حس
معدوم شده باشد و بنابراین اگر در اینمدت قلیل نوک روشن
ذغال یکدور حرکت خود را با تمام رسانیده و با نقطهٔ اول محاذی شود
مثل این مینماید که دایرهٔ روشنی فی الحقیقه موجود باشد و همینطور
وقتیکه دایرهٔ مذکوره بسرعت حرکت کند حس رنگ الوان قطاع علی حده

مدتی میماند و اگر دایرهٔ اقلاً یکدوره کامل را در اینمدت طی نموده باشد
مثل این میماند که یکمرتبه یکدایرهٔ بنفش و یکدایرهٔ نیلی و یکدایرهٔ
آبی وغیره با هم مقابل نظر ما شوند و هر یک از این دوایر حاصل میشود
بواسطهٔ حرکت سریع قطاع همان رنگ و از انطباق این حسهای مختلفه
حس نور سفید نتیجه میشود

ء — **قَوسْ قُزَحْ** — قوس قزح در بعض ایام
تماشای هفت رنگ خود را بشکل چشمهٔ بسیار عظیمی ظاهر
میسازد که پایه‌های آن مربوط بزمین و منتهای سقف آن سر باسمان
میساید و دلیل آن اینست که اشعهٔ آفتاب در قطرات معلق باران داخل
و همانطور که در منشور شفاف مذکور شد تجزیه میکردند و پس از باران
چون آفتاب ظاهر شود قوس قزح نیز حادث میشود و بجهة دیدن
آن باید که شخص ناظر ما بین آفتاب و ابر واقع شود و پشت او بجانب
آفتاب باشد و چون اشعهٔ شمس در قطرات باران داخل گردیدند پس از
انکسار مضاعف تجزیه میکردند و منحرف شده بسمت شخص ناظر بر میگردند

و الوان مختلفهٔ اسپکتر را بنظر بیاورند و قوس قزح را از هر موضعی
نمیتوان دید و اختلاف دید مثلاً اگر شخص ناظر بجائی رود که بنظر قوس قزح
بر آن تکیه دارد قوس قزح معدوم خواهد شد و اگر معدوم نشود
یعنی باز در آنموضع قوس قزح ببینیم لابد باید قطرات باران در
موضعی دورتر باریده شده باشند و قوس قزح دیگری نزدیک
آنموضع ظاهر باشد قوس قزح همیشه بطوری ظاهر میشود که آفتاب و سر
شخص ناظر و مرکز قوس قزح در روی یک خط مستقیم باشند و بنابر این چون
چندین شخص در نقاط مختلفه قرار بگیرند هر یک از آنها قوس قزحی
می بیند که دخلی بقوس قزح دیگران ندارد و بجهة آنها اثر نیست
قوس قزح ها تماماً دارای الوان اسپکتر آفتاب است و ترتیب الوان
نیز یکی است که سبب هر دو تجزیهٔ شعاع است قرمز در خارج قوس و
بنفش در داخل آن واقع و گاهی از اوقات قوس قزح ثانی منعکس
در آنصورت در قوس متمم که در خارج قوس اول واقع است ترتیب الوان
بالعکس است یعنی قرمز در داخل قوس و بنفش در سمت خارج آن واقع است
میتوان

میتوان مسئلهٔ قوس قزح را که بواسطهٔ تجزیهٔ شعاع در قطرات باران
حاصل میشود بتجربه تحقیق نمود و بجهة این تحقیق کافیست که در مقابل
فوارهٔ بلند آبی یا مواجه آبشار مرتفعی قرار بگیریم و انوقت قوس قزحی
بنظر میآید که رنگ الوان آن زیاد یا کم تیره اند

۷ — رنگ اجسام — اجسام بخودی خود رنگ
ندارند و سبب رنگ آنها اشعه هستند که جسم را روشن نموده اند و سبب
اینکه جسم را قرمز یا سبز یا آبی می بینیم اینست که شعاع بما منعکس میکنید
و رنگ بهیچوجه با طبیعت مادیهٔ جسم مربوط نیست چرا که بدون تغییر
در طبیعت ماده تغییر لون از آن حاصل میتواند شد و همه کس دیده است
که اگر صدف یا گلوی کبوتر را در برابر آفتاب ملاحظه نمائیم در
یکسمت رنگ سبز طلائی و در سمت دیگر رنگ ارغوانی و بالاخره
در سمتی تیره بلکه سیاه می بینیم و همهٔ این الوان را سبب نور است و نه
صدف و نه گلوی کبوتر ارغوانی یا سبز یا رنگ دیگر میشند و بواسطهٔ
آن وضعیکه شعاع در سطح آنها منعکس میگردد رنگ آنها نیز بحسب مکان

شخص ناظر مختلف میشود و الوان همه اجسام در حقیقت از همان نور
که شامل تمام الوان است حاصل میشود و ترتیب ذرات مادیه جسم بجهة انعکاس نور
اشکال سطح خارجی باعث این تغییرات میشود الوان است مثلاً گل شقایق را
که سرخ است اگر با این قدر درشت نرم کنیم رنگ [illegible] ظاهر میسازد
در اینجا ترتیب اصلی ذرات کل برهم خورده الوان رنگ هم تغییر کرد
چرا که وضع انعکاس نیز تغییر نموده و بهمین سبب است که [illegible]
چون شکسته آرد و نرم کنیم رنگ [illegible] آن مبدل بسفید میگردد و
[illegible] که آبی خوش رنگیست اگر نرم کنیم سفید خواهد نمود

اجسام سرخی رنگ این بنظر نمایند که بواسطه آنکه بعضی از اشعه اصلیه را انعکاس نمایند
اگر خورشید بجز شعاع قرمز بسمت زمین شعاع رنگ دیگری نفرستاد
جمیع اجسام ارضیه قرمز می‌نمودند و آسمان و بحار و براری و مراتع و برگ
درختان و حیوانات همه قرمز بودند و اگر همان شعاع سبز را میفرستاد
همه اجسام بلا استثنا سبز بنظر می‌آمدند و بجهة اثبات این مطلب کافیست که
جسم بیرنگی را بهر رنگ که باشد در یکی از رنگهای [illegible] آفتاب بریم به آن خواهد
[illegible]

شیء رنگ اصلی خود را رها نموده رنگ همان شعاع را اختیار میکند مثلاً
برگ گل شقایق را که سرخ است اگر در شعاع سبز طیف داخل کنیم
سبز بنظر خواهد آمد پس جسم هیچ رنگ ندارد جز رنگ نوری را
که منعکس میکند و اگر نور آفتاب عوض اینکه مرکب باشد منفرد میبود جمیع
اجسام بلا استثنا برنگ نور آن آفتاب بنظر می‌آمدند

اشعه اصلیه نور سفید چون بسطوح اجسام رسیدند برحسب طبیعت آن
اجسام تغییرات وارده بر آنها مختلف میگردد بعضی بدون تغییر منعکس
میشوند و برخی در حقیقت خاموش میگردند و پس از آن عمل نور تازه
از آنها احداث میشود و باعث رؤیت و رنگ اجسام همان اشعه
منعکسه اند مثلاً فرض میکنیم که جسمی بواسطه نور آفتاب روشن شده
باشد پس اگر آن جسم قرمز بنظر آید سبب اینست که همان شعاع قرمز
منعکس و اشعه دیگر جذب جسم و خاموش گردیده اند و اگر جسمی جمیع
اشعه اصلیه جز آبی را نگاه دارد آبی خواهد نمود و اگر جسم اشعه قرمز
و آبی را منعکس کند رنگ [illegible] خواهد داشت و بواسطه آن قرمز و آبی [illegible]

و کثرت این دو لون بسته به نسبت شعهٔ قرمز و آبی است که
منعکس کرده دیده اند و اگر جسمی جمیع اشعهٔ اصلیه را منعکس نماید
سفید خواهد بود و چون هیچیک را منعکس نکند سیاه بنظر
خواهد آمد پس رنگ سیاه عبارتست از فقدان جمیع
جمیع الوان و رنگ سفید
عبارتست از جمع
تمام الوان
اسپکتر

تمت

غلطنامه

بجای	بخوانید	سطر	صفحه	بجای	بخوانید	سطر	صفحه
درسطح	تادرسطح	۱۲	۴۵	در	بر	۱۵	۷۳
پ ك	ث ك	۵	۵۰	۳۶	۲۶	۶	۹۴
عقره	عقربه	۱۳	۵۳	طرف	ظرف	۱۲	۱۵۹
بدوصب	بدونصب	۶	۶	پس الله بوت	بالبوت	۱۵	۲۱۴
سرصفحه‌ها	۱۵۱۰	۱۵۱۱۵	۱۱۰	۱۱۱	۱۱۲	۱۵۱۲۶	
فصل هفتم	فصل نهم	۲	۱۲۷	فو	قو	۱۷	۲۱۹
فصل هشتم	فصل دهم	۲	۱۴۱	نج	یخ	۷	۲۲۲
سرپوشی	سرپوش	۸	۱۴۹	موجو	حاصل	۱۴	۲۲۸
از	در	۳	۱۵۰	یکندر	یکدیگر	۱۵	۲۲۹
فصل نهم	فصل یازدهم	۱۶	۱۵۰	نشود	شود	۲	۲۳۳
مکرر	مکرر میگردد	۹	۱۶۰	دید	دهد	۱۴	۲۴۲
فصل دهم	فصل دوازدهم	۱	۱۶۲	آب را	آن را	۱۲	۲۴۲
آن آن	ان	۱۵	۱۶۶	سرد	سبز و را	۵	۲۵۲

غلطنامه

بجای	بخوانید	سطر	صفحه	بجای	بخوانید	سطر	صفحه
۳۸	۳/۸	۱۳	۱۷۲	انها را	صفوفها را	۷	۲۵۳
است	ابت	۱۱	۱۸۰	درجات	تقریباً	۱۴	۲۵۵
برجم	برجاین	۲	۱۸۲	ایورپول	لیورپول	۱۱	۲۷۴
برجم	برجاین	۱۵	۱۸۲	ضعیف	خفیف	۱۶	۲۸۳
نشود	شود	۶	۱۸۹	میماید	مینمایند	۱	۲۹۷
میشود	نمیشود	۱۷	۱۹۸	وا	را	۳	۳۰۳
الکتریز	الکتریزه	۵	۳۰۷	وسیله	دوسیله	۱۴	۳۵۷
باکرده	کرده	۷	۳۱۵	فوی	قوی	۱۱	۳۵۹
این دو	این دو	۸	۳۱۹	حوالجور	حول محور	۳	۳۷۳
دسته	دسته	۱۴	۳۲۱	میخوزند	میخورند	۱۱	۳۷۳
ران	بران	۱۰	۳۲۶	نظر	نیظر	۱۱	۳۷۴
مسر	برابر	۱۰	۳۴۷	مقناطیس	مغناطیس	۳	۳۷۹
نیز	بیشتر	۱۱	۳۴۷	پس	ونیز	۱۱	۴۰۳
هاکدوی	هاکدوی	۵	۳۵۰	چرخ	چراغ	۱	۴۱۳
میل	پمیل	۵	۳۵۲	ودور	دوران	۱۵	۴۲۷

تقضب

غلطنامه

بجای	بخوانید	سطر	صفحه
تقضب	قطب	۱	۳۵۴
وساحته	ساحته	۶	۳۵۴
ستون	ستون	۹	۳۵۴
طرف	ظرف	۱۵	۳۵۵
استانه	استوانه	۲	۳۵۶
باتیان	باتمامت	۱۱	۳۵۶
فوت	قوت	۵	۳۵۲

تمت الکتاب بعون الملک الوهاب بید اقل الانام محمد تقی ابن محمد کاظم فی یوم الاحد

السابع والعشر شهر ربیع الثانی

یوم ثلث سنه ۱۳۰۰



